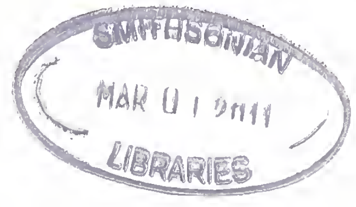


Bollettino Malacologico XLV [2009] Sommario - *Contents*



bollettino malacologico

international journal of malacology

XLV 2009
n. 1



utorizzazione del Tribunale di Milano
479 del 15 ottobre 1983
oste Italiane - spedizione in a.p. - 70%
irezione Commerciale - Napoli
iugno 2009 spedizione n. 2/2009

SOCIETÀ ITALIANA DI MALACOLOGIA

Casella Postale n. 436 I-80133 NAPOLI Succ. 83 - e-mail: paolo.crovato@fastwebnet.it - sito web: http://www.sim-online.it
Sede Sociale: c/o Acquario Civico, Viale Gadio, 2 - 20121 Milano

Abbreviazione - Abbreviation: Boll. Malacol.

CITATO NEI: Zoological Record, A.S.F.A. (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) e Thomson Scientific Publications (Biosis Previews, Biological Abstracts).

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

LINEA EDITORIALE

Il *Bollettino Malacologico* è pubblicato dalla Società Italiana di Malacologia. Sono accettati manoscritti su tutti gli aspetti della malacologia, che siano scritti in una delle seguenti lingue: Italiano, Inglese, Francese e Spagnolo. L'uso dell'Inglese è vivamente raccomandato. Vengono pubblicati tre numeri per anno. La pubblicazione di monografie ed articoli più lunghi di trenta pagine andrebbe preventivamente accordata con l'Editore.
I manoscritti sottoposti per la pubblicazione si intendono essere inediti, non sottoposti contemporaneamente ad altre riviste, ed approvati da tutti gli eventuali co-autori.
La presentazione dei manoscritti avviene esclusivamente per via elettronica, all'indirizzo del Direttore Scientifico (*r.laperna@geo.uniba.it*), come files .doc o .rtf. Le illustrazioni possono essere fornite come files .pdf o .jpg di buona qualità.
Gli Autori sono tenuti ad applicare le seguenti istruzioni e le regole del Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica, pena il rifiuto del manoscritto da parte dell'Editore.
I manoscritti sono soggetti a *peer-review* da parte di almeno due referee. Gli Autori possono suggerire dei referee potenziali, ma la scelta resta ad insindacabile giudizio dell'Editore.

ORGANIZZAZIONE DEL MANOSCRITTO

La prima pagina del manoscritto riporta il titolo, il nome e l'indirizzo dell'autore/i, completo di indirizzo elettronico. In caso di lavoro svolto da più autori è necessario indicare l'autore corrispondente, con cui l'Editore manterrà i contatti.
Il titolo deve essere informativo, ma il più possibile breve, scritto in minuscolo, grassetto. Vanno evitate abbreviazioni. I nomi di rango sistematico elevato vanno riportati tra parentesi.
La seconda pagina contiene un riassunto nella stessa lingua del testo principale. Per i manoscritti in lingua diversa dall'Inglese, occorre un *abstract* più esteso del riassunto. I riassunti devono riportate, in sintesi, i principali risultati del lavoro e le conclusioni, non semplicemente gli scopi o frasi generiche. I caratteri distintivi dei nuovi taxa possono essere brevemente riportati, ma non descrizioni o diagnosi estese. Si evitino riferimenti bibliografici. Dopo i riassunti, va riportato un elenco di parole chiave (non più di sei), nella stessa lingua del testo principale.
Il testo principale del manoscritto va organizzato in parti distinte, tipicamente le seguenti: Introduzione, Materiale e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti, Bibliografia, in minuscolo, grassetto. In lavori di tipo tassonomico, la parte relativa alla sistematica va intitolata Sistematica (in genere sostituisce Risultati). Titoli di secondo ordine, quali Descrizione, Materiale esaminato, Osservazioni, ecc. sono scritti in testo normale, minuscolo. Si evitino le note a pie' di pagina. Gli Autori sono tenuti ad adottare uno stile chiaro e conciso, evitando frasi eccessivamente lunghe. È vietato l'uso di termini offensivi o discriminatori.
Tutte le abbreviazioni e gli acronimi usati nel testo devono essere spiegati, possibilmente in Materiale e metodi. Si usino le abbreviazioni formalizzate per le unità di misura (es.. "m", non "mt" per metro) e gli acronimi ufficiali per le istituzioni.
Solo i nomi di generi, sottogeneri, specie e sottospecie vanno scritti in corsivo, non quelli dei taxa di rango più elevato. Alla loro prima citazione, i nomi delle specie e quelli dei generi devono comprendere il nome dell'autore e l'anno di pubblicazione. È possibile abbreviare i nomi dei generi, facendo attenzione a che non si crei confusione con generi diversi citati nel testo con la stessa iniziale.
Il corsivo va usato anche per riportare citazioni nella lingua originale (tra virgolette), se diversa da quella del manoscritto.
I nuovi taxa devono essere citati per la prima volta quando vengono descritti, ad eccezione del sommario. Il Latino può essere usato per indicare i livelli tassonomici (es.. Familia o Famiglia). Le sinonimie (facoltative) e le descrizioni vanno redatte in stile telegrafico, quando possibile.
L'elenco dei sinonimi dovrebbe comprendere solo i riferimenti principali, utili a garantire l'identità della specie trattata (per es.. quelli relativi a materiale esaminato dall'Autore o ben documentati in letteratura).

Esempio di gerarchia sistematica e sinonimia:
Famiglia Cardiidae Lamarck, 1809
Sottofamiglia Cardiinae Lamarck, 1809
Genus *Acanthocardia* Gray, 1853
(type species *Cardium aculeatum* Linné, 1758)

Cardium indicum Lamarck, 1819
(Fig. 1A-D, Fig. 2C)

Cardium hians Brocchi, 1814: p. 508, tav. 13, fig. 6 (non Spengler, 1799).
Cardium indicum Lamarck, 1819: p. 4.
Cardium (Cardium) indicum Lamarck - Fischer-Piette, 1977: p. 112, tav. 10, fig. 4 (tipo).

CITAZIONI E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Tutte le pubblicazioni alle quali si fa riferimento nel testo, incluse le sinonimie (ma non gli autori di omonimi), devono comparire nell'elenco bibliografico finale, in ordine alfabetico. Titoli di riviste e di libri in alfabeti diversi da quello Latino vanno traslitterati, mentre i titoli vanno tradotti in Inglese, aggiungendo una nota che indichi la lingua originale, come per esempio "[in Russo]".
È importante eseguire un attento controllo incrociato fra citazioni bibliografiche nel testo ed elenco bibliografico, prima di sottoporre il manoscritto.

Esempi di citazioni:
... riportato da Richardson & Smith (1965)
... come noto in letteratura (Ross et al., 1993; Rosenberg, 1995, 1997; Michelini & Andriani, 2000)
... l'illustrazione originale (Torwald, 1879: p. 56, tav. 2, fig. 5).

Esempi di bibliografia:
Salas C., 1996. Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, **25**: 33-100.
Grill B. & Zuschin M., 2001. Modern shallow- to deep-water bivalve death assemblages in the Red Sea - ecology and biogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **168**: 75-96.
Boss K.J., 1982. Mollusca, in Parker S.P. (ed.), *Synopsis and Classification of Living Organisms*. Vol. 1. McGrow-Hill, New York: 945-1166.
Carter J.G., Campbell D.C. & Campbell M.R. 2000. Cladistic perspectives on early bivalve evolution, in Harper E.M., Taylor J.D. & Crame J.A. (eds), The Evolutionary Biology of the Bivalvia. *Geological Society, London, Special Publications*, **177**: 47-95.
Vokes H.E., 1980. *Genera of the Bivalvia: a systematic and bibliographic catalogue (revised and update)*. Paleontological Research Institution, Ithaca, Edwards Brothers Inc., 307 pp.

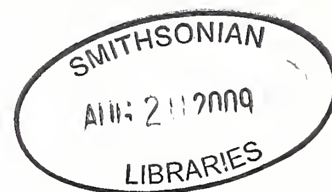
ILLUSTRAZIONI

Le illustrazioni devono essere di alta qualità, in formato elettronico (.tiff), con una risoluzione non più bassa di 400 dpi per le fotografie e di 600 dpi per i disegni ed i grafici. Vanno preparate alle esatte dimensioni di stampa, in formato colonna singola (8,4 cm) o colonna doppia (17,2 cm). L'area di stampa massima è 17,2 × 26,5 cm. La dimensione delle illustrazioni va scelta con attenzione e buon senso, sulla base della complessità e quantità delle immagini contenute, al fine di ovviare a risultati scientificamente poco utili ed esteticamente poveri, oltre allo spreco di spazio di stampa.
Tutte le illustrazioni sono numerate progressivamente, in un'unica serie, con numeri arabi, nello stesso ordine in cui sono citate nel testo. Nelle illustrazioni composite, le singole immagini vanno indicate con lettere maiuscole, di altezza pari a 3-5 mm, usando un carattere *sans-serif*, quale Helvetica od Arial. Indicazioni ed abbreviazioni sulle illustrazioni vanno in minuscolo.
Le illustrazioni vanno citate nel testo come figure, usando le abbreviazioni Fig. e Figg., come nell'esempio: Fig. 3, Fig. 6A-F, Fig. 5A, 7B, Figg. 3, 5. Le illustrazioni in altri lavori vanno citati come fig. o figg.
Le immagini, montate su fondo nero o bianco, devono avere dimensioni adeguate ad un'agevole lettura, non più piccole di 4-5 cm, né eccessivamente grandi. Devono essere

Boll. Malacol., **45**: 1-3 (1/2009)

Opaliopsis atlantis (Clench & Turner, 1952) (Gastropoda: Epitoniidae) found on an actiniarian in the Mediterranean Sea

Constantine Mifsud



5, Triq ir-Rghajja, Rabat
RBT 2486, Malta,
kejdon@orbit.net.mt

Summary
A live specimen of *Opaliopsis atlantis* was found attached to an actiniarian (sea-anemone) in deep Maltese waters.

Riassunto
Si segnala il ritrovamento dell'epitoniide *Opaliopsis atlantis* sull'anemone di mare *Actinauge richardi* (Marion, 1882). Come noto per altre specie della famiglia Epitoniidae, si suppone che anche *O. atlantis* sia un parassita di actiniari. È la prima segnalazione di parassitismo per questo epitoniide di acque profonde.

Key Words
Epitoniidae, *Opaliopsis atlantis*, parasitism, Mediterranean.

Introduction

Opaliopsis atlantis (Clench & Turner, 1952) is mainly known as a deep-water Amphi-Atlantic species and little is known on its biology although most of the studied species from the family are known to be parasites of Cnidaria Anthozoa, particularly of the orders Zoantharia and Actinaria (corals and sea anemones) (Bouchet & Warén, 1986; Neville, 1998; Shigeo & Kensuke, 2002; Gittenberger & Gittenberger, 2005; Gittenberger, 2006; Kokshoorn et al., 2007; Hoeksema & Gittenberger, 2008). To the few earlier records of *O. atlantis* from the Mediterranean Sea a new one (from Malta) is added here, with information on what was its host in this precise case. Previous records in the Mediterranean were from Malta (Mifsud 1993, 1994), the central Tyrrhenian Sea (Smriglio & Mariottini, 1999), Reggio Calabria and Dalmatia (Forum Natura Mediterraneo, 2008). These all were isolate fresh looking shells, exceptionally still containing dried soft parts.

A short history and a short list of references for the relationships between epitoniids (wentletraps) and their cnidarian hosts are treated by Kokshoorn et al. (2007). The epitoniid species were always found either on the host cnidarian itself (feeding on various parts of the animal) or in its very near vicinity. When on the host, they are not permanently attached by the proboscis and it is quite easy for them to fall off during standard sampling methods.

Material and methods

In August 2008, a live specimen of *O. atlantis* was brought up among the by catch taken by a fishing boat from the West of Malta (35°57.934'N, 14°10.706'E, depth ca 550 m). The epitoniid was attached to the column (near base) of an actiniarian which itself was sitting on a chunk of fossil coral. A second actiniarian of the same species and on the same coral substrate had no epitoniid attached. Such fossil coral chunks are occasionally brought up from deep muddy slopes and are known by elder Maltese fishermen as "il-Hagar" (corresponding mainly to the "white coral" banks of *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata*). These fossil corals which provide micro-habitats and substratum for a diversified epifauna, easily get entangled on fishing lines with baited large hooks.

The recovered coral was immediately placed in a bucket of sea water in order to try to keep any attached fauna alive. However, the high seawater surface temperature that day (> 20°C) made the epitoniid animal retreat into its shell whilst emitting a purple liquid through the aperture. The actiniarians (the host specimen and the other one) had also contracted. Notwithstanding later water changes the animals did not recover. In the Mediterranean, at the above cited depth, the water temperature ranges from about 12.5° to 14.5°C (Cartes et al., 2004).

Discussion

The observed *Opaliopsis atlantis* animal was dirty white or very light greyish and the operculum thin, flimsy and brownish, with an external deep concavity and a central nucleus. A juvenile fresh empty shell of the same species, consisting of the protoconch and two teleconch whorls (1.5 mm in height), was found after the coral chunk had been washed and the resulting deposit examined under magnification.

The actiniarian host was identified as *Actinauge richardi* (Marion, 1882), family Hormathiidae. It is typically free living on muddy or sandy bottoms where the base then contains a ball of sediment, anchoring it to the seabed.

Occasionally, as in the present case, it is found attached to solid substrates, but it also attaches itself to mollusc shells. Its geographic range extends in the NE Atlantic from Norway South to the Mediterranean and Senegal, in a depth range of 60-2000 m (Pérès, 1964; Picton & Morrow 2007; N. Sanamyan, pers comm.).
It was only by chance that the few instances of parasitism have been recorded for the Mediterranean. The few records available are for *Gyroscala lamellosa* (Lamarck, 1822), *Epitonium commune* (Lamarck, 1819) and *E. pulchellum* (Bivona, 1832) on *Anemonia sulcata* (Pennant, 1777) (Ghisotti, 1972; Albanesi et al., 1979), *Cirsotrema cochlea* (Brocchi, 1814) also on *Anemonia sulcata* (Oliverio, 1985), *Epidendrium dendrophylliae* (Bouchet & Warén, 1986) on the coral *Dendrophyllia ramea* (Linnaeus, 1758) (Gubbioli & Nofroni, 1985; Bogi & Giannini, 1990). Most of these records are for shallow water species, discovered by direct observation through Scuba diving or snorkeling.

Conclusions

This chance finding of a live specimen of *Opaliopsis atlantis* duly confirms its presence in the deep waters of the Mediterranean. The species may be rare and up to now was overlooked there due to the difficulty to sample deep habitats. That situation is similar to that of various other small deep-water species having been discovered in recent years in the deep Mediterranean. Epitoniids are commonly known as parasites of anthozoans, including actiniarians. The finding of a live specimen of *O. atlantis* attached to an actiniarian is not a total surprise but this is the first discovery of a Mediterranean host species of this epitoniid.

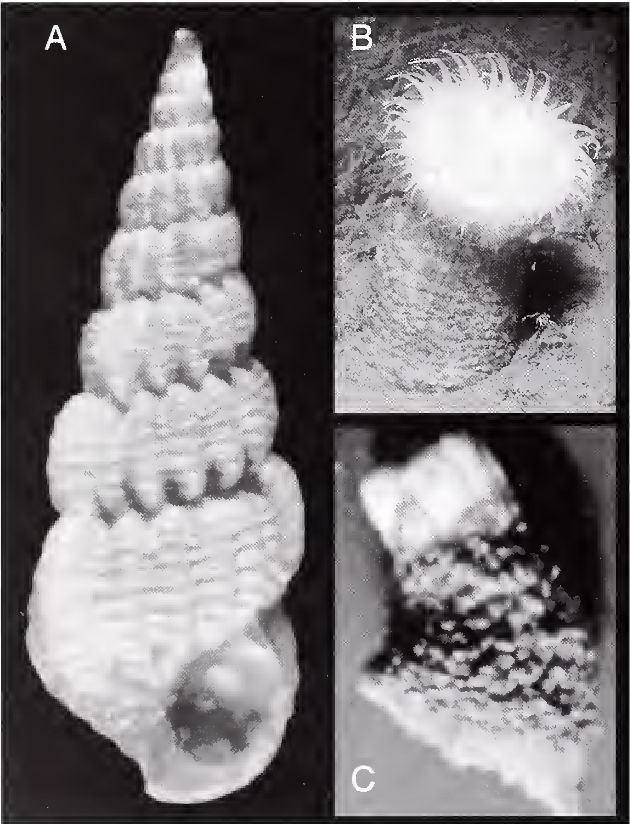


Fig 1. A. *Opaliopsis atlantis*, shell with animal and operculum, 7.2 mm in height. **B.** *Actinauge richardi*, a live specimen (after Picton & Morton, 2007; Picton courtesy). **C.** *Actinauge richardi*, the preserved specimen hosting *O. atlantis*.

Fig 1. A. *Opaliopsis atlantis*, conchiglia completa di parti molli ed opercolo, altezza 7,2 mm. **B.** *Actinauge richardi*, un esemplare vivente (da Picton & Morton, 2007; per gentile concessione di Picton). **C.** *Actinauge richardi*, l'esemplare conservato al quale era associato *O. atlantis*.

Acknowledgements

The author would like to thank E. Cauchi owner of the fishing boat "Arabella I" for the study material; N. Sanamyan (Kamchatka Branch of the Pacific Institute of Geography, Russia) for the identification of the actiniarian; and B. Picton (Department of Zoology, National Museums Northern Ireland) for permission to use his photo of live *Actinauge richardi*. Thanks are also due to H. Zibrowius for reviewing the manuscript and other valuable advices.

References

Albanesi O., Bernardelli B., Cosenza M., Cretella M., Facente A., Fasulo G., Ferro R., Guarino C., Izzillo F., Perna E. & Pirozzi N., 1979. Molluscs from the Gulf of Naples. Part 1 family Epitoniidae. *La Conchiglia*, **11**, **128-129**: 3-8.

Bouchet P. & Warén A., 1986. Revision of the NE Atlantic bathyal and abyssal Aclididae, Eulimidae, Epitoniidae (Mollusca: Gastropoda). *Bollettino Malacologico*, ***Suppl.*** **2**: 297-576.

Bogi C. & Giannini F., 1990. Notes on a few molluscs found in the Mediterranean. *La Conchiglia*, **22**, **256**:48-51.

Cartes, J.E., Maynou F., Sardà F., Company J.B., Lloris D. & Tudela S., 2004. The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts. In: *The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts, with a proposal for conservation*. Part 1. IUCN, Málaga and WWF, Rome: 9-38.

Forum Natura Mediterraneo, 2008. www.naturamediterraneo.com/forum/post.asp?method=TopicQuote&TOPIC_ID=29860&FORUM_ID=52.

Ghisotti F., 1972. *Epitonium (Gyroscala) lamellosum*. *Schede Malacologiche del Mediterraneo*, **39**: 1-8.

Gittenberger A., 2006. *The evolutionary history of parasitic gastropods and their coral hosts in the Indo-Pacific*. Doctoral Thesis, Leiden University.

Gittenberger A. & Gittenberger E., 2005. A hitherto unnoticed adaptive radiation: epitoniid species (Gastropoda: Epitoniidae) associated with corals (Scleractinia). *Contributions to Zoology*, **74** (1/2) 125-203.

Gubbioli F. & Nofroni I., 1985. Malacological notes from the Alboran sea (West Mediterranean). Contribution No. 1. *La Conchiglia*, **17**, **200-201**: 20-21.

Hoeksema B.W. & Gittenberger A., 2008. Records of some marine parasitic molluscs from Nha Trang, Vietnam. *Basteria*, **72** (4-6): 129-133.

Kokshoorn B., Goud J., Gittenberger E. & Gittenberger A., 2007. Epitoniid parasites (Gastropoda, Caenogastropoda, Epitoniidae) and their host sea anemones (Cnidaria, Actiniaria, Ceranthatia) in the Spermonde archipelago, Sulawesi, Indonesia. *Basteria*, **71** (1-3): 33-56.

MIFSUD C., 1993. Recent Mediterranean findings, *Opaliopsis atlantis* (Clench & Turner, 1952). *La Conchiglia*, **25**, **268**: 61-62.

MIFSUD C., 1994. More records for the presence of *Opaliopsis atlantis* (Clench & Turner, 1952) in the Mediterranean Sea. *La Conchiglia*, **26**, **273**: 61.

NEVILLE B., 1998. The "A,B,C,s" of wentletraps, *Opaliopsis atlantis* (Clench & Turner, 1952). *Epinet*, **7** (1): 2.

OLIVERIO M., 1985. Brief notes on the ecology of *Cirsotrema pumiceum* (Brocchi, 1814). *La Conchiglia*, **18**, **204-205**: 3.

PÉRÈS J.M. 1964. Contribution à l'étude des peuplements benthiques du golfe ibéro-marocain. *Annales de l'Institut océanographique, Paris, 41 [Résultats Scientifiques des Campagnes de la "Calypso"]*, **6**: 3-30.

PICTON B.E. & MORROW C.C., 2007. [In] Encyclopedia of Marine Life of Britain and Ireland. URL: *www.habitas.org.uk/marinelife/species.asp?item=D12820*.

SHIGEO H. & KENSUKE Y., 2002. On the association between *Cirsotrema varicosa* (Lamarck, 1822) and the sea anemone *Radianthus crispus* (Ehrenberg, 1834). *La Conchiglia*, **34**, **303**: 13-14, 59.

SMRIGLIO C. & MARIOTTINI P., 1999. Molluschi del mar Tirreno centrale. Contributo XII. Segnalazione di due rari Epitoniidae batiali per le coste Laziali. *Bollettino Malacologico*, **34** (9-12): 137-140.

Lavoro ricevuto il 30 settembre 2008
Lavoro accettato il 10 febbraio 2009

Boll. Malacol., **45**: 5-8 (1/2009)

Note su alcune specie fossili di *Williamia* (Gastropoda: Siphonariidae) con descrizione di una nuova specie

Maurizio Forli*, Bruno Dell'Angelo# (✉), Maurizio Sosso° & Antonio Bonfitto§

* Via Grocco 16, 59100 Prato, Italia; info@dodoline.it

\# Via Santelia 55/12A, 16153 Genova, Italia, bruno.dellangelo@chitons.it
(✉) Corresponding Author

° Via Bengasi 4/4, 16153 Genova, Italia

§ Dipartimento di Biologia Evoluzionistica e Sperimentale dell'Università di Bologna, Via Selmi 3, 40126 Bologna, Italia

Riassunto

Durante ricerche su malacofaune plioceniche sono state ritrovate numerose piccole conchiglie capuliformi, attribuite al genere *Williamia* Monterosato, 1884, provenienti da località liguri e toscane. Su questo materiale viene descritta *Williamia plioligustica* n.sp., mentre un'altra specie è identificata come *Williamia* sp. *W. plioligustica* è caratterizzata da una conchiglia piccola, capuliforme depressa, con apice posteriore e protoconca grande, globosa, mentre *Williamia* sp. ha una conchiglia di grandezza media per il genere, capuliforme, molto elevata, con apice subcentrale e protoconca piccola.

Abstract

This paper focuses on some specimens of *Williamia* from Pliocene outcrops in Liguria and Tuscany (Northern Italy). From this material, two species were identified, one of which is described as *Williamia plioligustica* n. sp. It has a large, globose protoconch, well distinct from that of the other living and fossil species known for the genus. The other species, here referred to as *Williamia* sp., is based on a single specimen similar to the living Mediterranean species *Williamia gussonii* (O.G. Costa, 1829), but with a notably higher apex and a roundish apertural outline. The type material of *W. gussonii* var. *pliocenica* Sacco, 1897 and var. *miocenica* Sacco, 1897, used for comparisons with the new species, is here illustrated.

Parole chiave

Gastropoda, Siphonariidae, *Williamia*, nuova specie, Pliocene, Italia.

Introduzione

Durante ricerche su malacofaune plioceniche sono state ritrovate numerose piccole conchiglie capuliformi attribuite al genere *Williamia* Monterosato, 1884. Il maggior numero di esemplari proviene da sedimenti argillosi, riferibili al Pliocene inferiore, di località liguri, Bussana (Imperia), Rio S. Antonino e Rio Torsero (Savona), Borzoli (Genova), mentre due esemplari provengono da località toscane in provincia di Siena (Pietrafitta e Poggio alla Fame nei pressi di Colle Val d'Elsa). Alcuni di questi ritrovamenti erano già stati presentati in una nota preliminare (Forli et al., 2005) al IV Congresso Internazionale delle Società Malacologiche Europee. Lo studio di questo materiale ha permesso di riconoscere due diverse specie, delle quali una è descritta come nuova.

Il genere *Williamia* è caratterizzato da una conchiglia piuttosto piccola, di circa 5-6 mm di diametro massimo, a guscio sottile, con scultura debole ad apice avvolto. L'impronta dei muscoli adduttori è ben sviluppata (Christiaens, 1973).

In Mediterraneo è presente la specie tipo del genere, *Williamia gussonii* (O.G. Costa, 1829), specie poco nota e recentemente rivista da Marshall (1981) e Ruthensteiner (2006).

Le segnalazioni di *Williamia* allo stato fossile sono piuttosto scarse, visto anche la difficoltà di riconoscimento. Per esempio, Lozouet et al. (2001) hanno illustrato per il Miocene francese *Williamia merignacensis* (Cossmann & Peyrot, 1919) precedentemente attribuita al genere *Capulus*.

Williamia gussonii è stata segnalata allo stato fossile da Philippi, 1844 ("*Prope Messinam, Terziario*") e da G. Seguenza (1873, 1879) per diverse località dell'Italia meridionale. Altre segnalazioni sono attribuibili a Sacco (1897), che descrive *W. gussonii* var. *pliocenica*, var. *miocenica*, var. *parvolaevis* e *Williamia* ? *taurosimplex*.

Altre segnalazioni di specie fossili riguardano *Williamia merignacensis* (Cossmann & Peyrot, 1919) per l'Aquitaniano (Miocene inferiore) della Francia (Lozouet et al., 2001) e *Williamia maxwelli* Marshall, 1981, per l'Oligo-Miocene della Nuova Zelanda (Marshall, 1981).

Materiali e metodi

I giacimenti fossiliferi pliocenici, da cui provengono gli esemplari oggetto di questa nota, sono già stati ampiamente trattati e descritti in vari lavori precedenti, dei quali ne citiamo solo alcuni. Per gli affioramenti liguri di Bussana, Rio S. Antonino, Rio Torsero e Borzoli si rimanda a Boni & Peloso (1973) ed a Bernasconi & Robba (1984), per quelli toscani di Pietrafitta e Colle Val d'Elsa si rimanda a Pantanelli (1880) e Bogi & Chirli (2004).

Nelle varie località è stato raccolto il seguente materiale: Bussana (6 esemplari), Rio S. Antonino (1 esemplare), Rio Torsero (1 esemplare), Borzoli (5 esemplari), Pietrafitta (1 esemplare), Poggio alla Fame (1 esemplare).

Sono stati effettuati confronti con esemplari attuali di

Williamia gussonii (**Fig. 1A-D**), con sintipi di *W. gussonii* var. *pliocenica* Sacco, 1897 (**Fig. 1E-H**) e *W. gussonii* var. *miocenica* Sacco, 1897 (**Fig. 2A-B**) della collezione Bellardi e Sacco, conservati presso il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, rispettivamente con i numeri di catalogo BS.104.02.001 e BS.104.02.002 (Ferrero Mortara et al., 1984).

Vengono utilizzate le seguenti abbreviazioni:

BDA = collezione Bruno Dell'Angelo, Genova;
GP = collezione Giuseppe Priora e Micaela Prudenza, Milano;
MF = collezione Maurizio Forli, Prato;
MS = collezione Maurizio Sosso, Genova;
MZB = Museo di Zoologia dell'Università di Bologna;
ZSM = Bavarian State collection of Zoology (Zoologische Staatssammlung München), Monaco.

Sistematica

Ordine Basommatophora A. Schmidt, 1855
Superfamiglia Siphonarioidea Gray, 1840

Famiglia Siphonariidae Gray, 1840
Genere *Williamia* Monterosato, 1884
Specie tipo *Ancylus gussonii* O.G. Costa, 1829
(per monotipia)

Williamia plioligustica n. sp.
(**Fig. 2C-G**)

Materiale tipo

Olotipo: Bussana (Imperia), MZB 45644 (esemplare figurato). Paratipi: Bussana (Imperia): 1 esemplare (ZSM Mol 20090195), 1 esemplare MZB 45648, 3 esemplari (MS), 1 esemplare (BDA); Rio S. Antonino (Savona): 1 esemplare (GP); Rio Torsero (Savona): 1 esemplare (MF); Pietrafitta (Siena): 1 esemplare (MF); Borzoli (Genova): 5 esemplari (MS).

Etimologia

Poiché gli esemplari provengono prevalentemente dal Pliocene ligure, si è assegnato alla nuova specie il nome *plioligustica*.

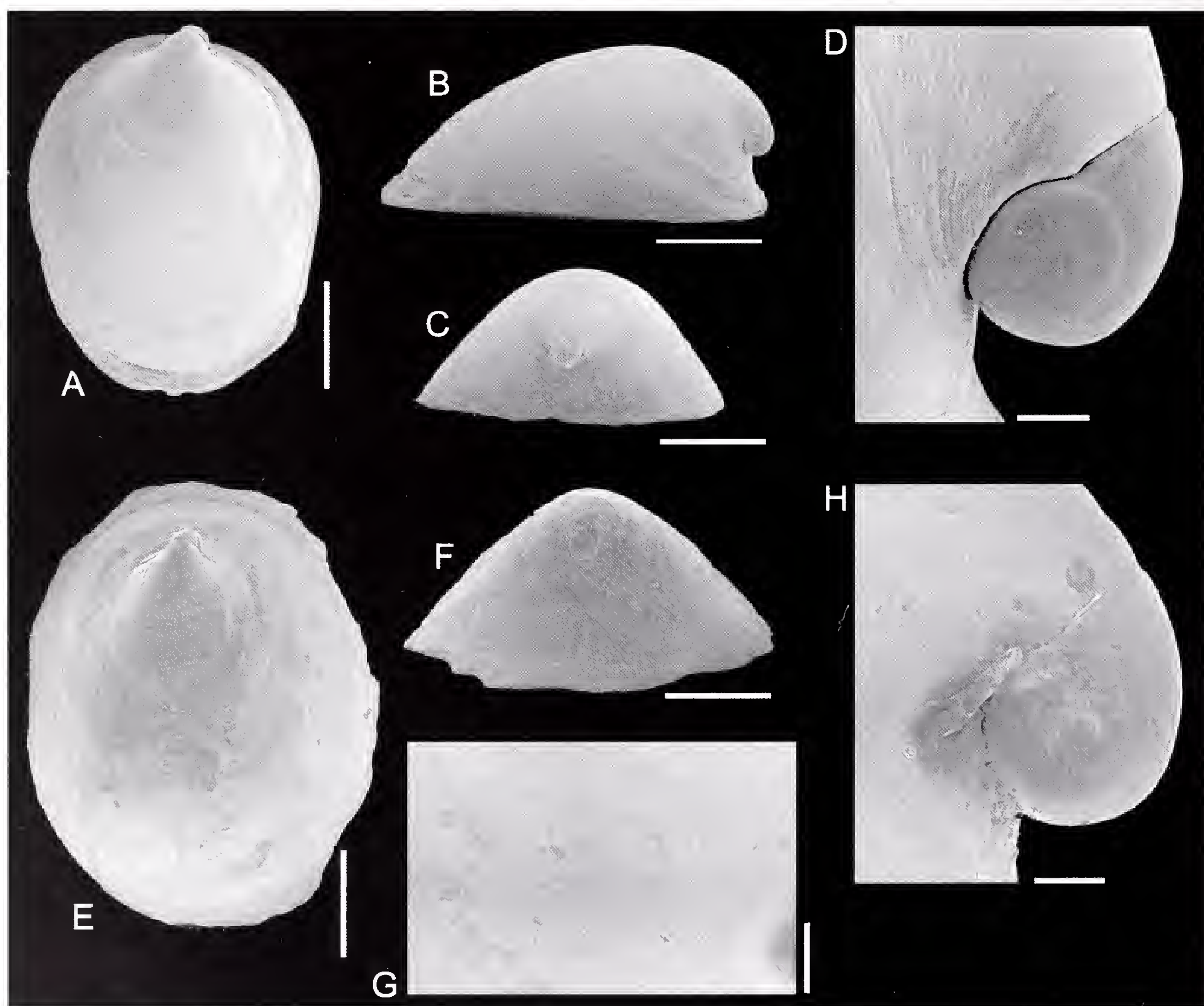


Fig. 1A-D. *Williamia gussonii* (O.G. Costa, 1829), esemplare vivente (Creta). **A, B, C.** Viste dorsale, sinistra e posteriore. **D.** Protoconca. **E-H.** *Williamia gussonii* var. *pliocenica* Sacco, 1897, sintipo (Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, BS.104.02.001). **E, F.** Viste dorsale e posteriore. **G.** Particolare della scultura. **H.** Protoconca. Scala: A, B, C, E, F = 1 mm; D, G, H = 100 µm.

Fig. 1A-D. *Williamia gussonii* (O.G. Costa, 1829), living specimen (Crete). **A, B, C.** Dorsal, left and posterior views. **D.** Protoconch. **E-H.** *Williamia gussonii* var. *pliocenica* Sacco, 1897, syntype (Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, BS.104.02.001). **E, F.** Dorsal and posterior views. **G.** Sculpture detail. **H.** Protoconch. Scale bars: A, B, C, E, F = 1 mm; D, G, H = 100 µm.

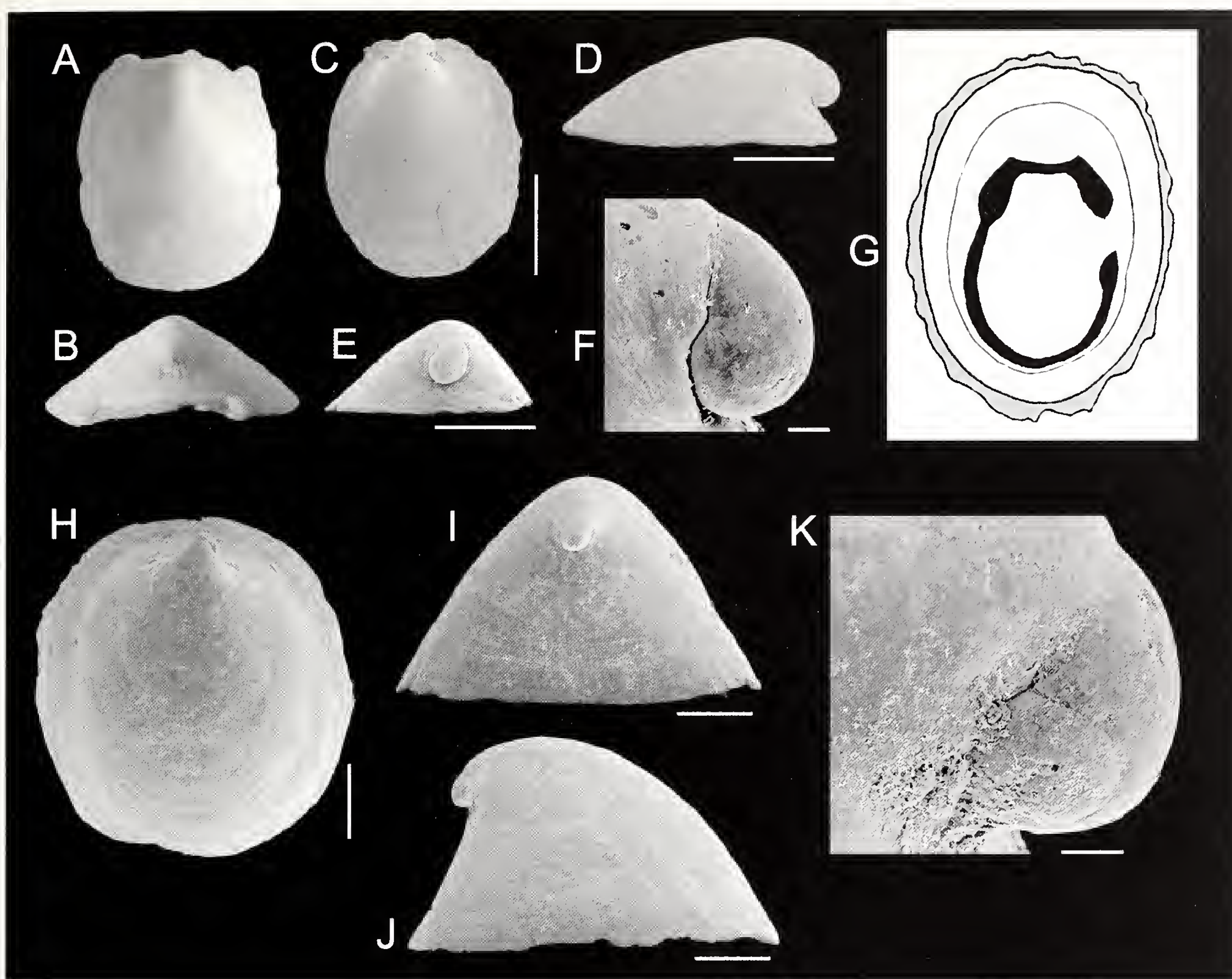


Fig. 2A-B. *Williamia gussonii* var. *miocenica* Sacco, 1897, sintipo, 2,7 × 2,3 mm, viste dorsale e posteriore (Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, BS.104.02.002). **C-G.** *Williamia plioligustica* n.sp., Bussana (Imperia), Pliocene, olotipo (MZB 45644). **C, D, E.** Viste dorsale, sinistra e posteriore. **F.** Protoconca. **G.** Impronta muscolare interna. **H-K.** *Williamia* sp., Poggio alla Fame (Siena), Pliocene. **H, I, J.** Viste dorsale, posteriore e destra. **K.** Protoconca. Scala C, D, E, H, I, J = 1 mm; F, K = 100 µm.

Fig. 2A-B. *Williamia gussonii* var. *miocenica* Sacco, 1897, syntype, 2,7 × 2,3 mm, dorsal and posterior views (Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, BS.104.02.002). **C-G.** *Williamia plioligustica* n.sp., Bussana (Imperia), Pliocene, holotype (MZB 45644). **C, D, E.** Dorsal, left and posterior views. **F.** Protoconch. **G.** Internal muscle scar. **H-K.** *Williamia* sp., Poggio alla Fame (Siena), Pliocene. **H, I, J.** Dorsal, posterior and right views. **K.** Protoconch. Scale bars: C, D, E, H, I, J = 1 mm; F, K = 100 µm.

Descrizione dell'olotipo

Conchiglia fragile di piccole dimensioni, lunga 2,5 mm, larga 1,9 mm ed alta 0,9 mm, a profilo ovoidale, più largo anteriormente, apice poco elevato, situato presso il margine posteriore. Protoconca con sviluppo sinistrorso, chiaramente demarcata, formata da 1,5 giri, grande, globosa di 0,2 mm di diametro. Superficie esterna liscia al microscopio ottico, al microscopio elettronico a scansione si osservano deboli strie concentriche. Impronta muscolare poco visibile, di forma ellittica, aperta sul lato destro, con ispessimenti simmetrici laterali sulla parte superiore ed anche nella zona al disotto dell'apertura.

Osservazioni

La nuova specie si differenzia dalle congeneri per la peculiare protoconca che risulta molto evidente, in quanto di dimensioni considerevoli rispetto a quelle della conchiglia. Sia tra le specie attuali che tra quelle fossili non ci risultano specie attribuibili al genere *Williamia* con questa caratteristica. Tra le specie fossili italiane, quella che mostra una certa somiglianza è *Williamia gussonii* var. *miocenica* Sacco, 1897 (**Fig. 2A-B**) che però si distingue per avere il profilo di forma ellissoidale e la protoconca più piccola e meno globosa, anche se i caratteri diagnostici indicati da Sacco per la var. *miocenica* ("*Testa parvillima; apex crassiusculus*") sembrano ben coincidere con le caratteristiche della nuova specie qui proposta. Il confronto diretto tra gli esemplari comunque non lascia dubbi sulla diversità tra le due specie.

Tra le altre specie fossili, *Williamia maxwelli* Marshall, 1981 (p. 489, fig. 2EGJ) dell'Oligocene superiore-Miocene inferiore della Nuova Zelanda, ricorda *W. plioligustica* per la forma generale e per la posizione dell'apice, ma se ne distingue per avere la protoconca di più piccole dimensioni.

Williamia sp.
(Fig. 2H-K)

Materiale

Poggio alla Fame (Siena): 1 esemplare (BDA).

Descrizione

Conchiglia di piccole dimensioni, circa 4 mm di diametro, a profilo rotondeggiante, leggermente più largo in senso antero posteriore, con altezza circa uguale ai tre quarti del diametro basale, apice molto elevato, subcentrale, la cui proiezione ricade ben all'interno del margine posteriore. Protoconca con sviluppo sinistrorso formata da circa 1,5–2 giri. Superficie esterna liscia al microscopio ottico, al microscopio elettronico a scansione si notano deboli strie concentriche e, marginalmente, radiali.

Osservazioni

Williamia sp. non sembra discostarsi molto da *W. gussonii* (**Fig. 1A-D**). La differenza più evidente è l'elevazione dell'apice e, in misura molto più ridotta, la forma rotondeggiante. Vista la scarsità degli esemplari, non è possibile giungere ad una determinazione definitiva.

Discussione

Il genere *Williamia* è conosciuto nel Terziario italiano a partire dal Miocene, con le var. *miocenica* e *parvolaevis* di Sacco (1897). Nel Pliocene sono note la var. *pliocenica* Sacco, 1897, *W. plioligustica* n.sp. e *Williamia* sp., mentre *W. gussonii* è riportata sicuramente per il Pleistocene, dubitativamente per il Pliocene.
Gli scarsi reperti del genere *Williamia* allo stato fossile, non permettono di raggiungere conclusioni significative sul valore tassonomico da attribuire a *W. gussonii* var. *pliocenica* e *W. gussonii* var. *miocenica*. Un quadro completo della distribuzione e della tassonomia delle specie attribuibili a *Williamia* sarà possibile solo con l'esame di ulteriore materiale.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare Marco Bodon (Genova, Italia) per i disegni delle impronte muscolari, Daniele Bertini (Scandicci), Enzo Campani (Livorno), Giuseppe Priora e Micaela Prudenza (Milano), Ermanno Quaggiotto (Longare), Marco Taviani (C.N.R., Bologna) ed Enrico Schwabe (ZSM, Monaco), per i preziosi consigli ed il materiale fornito, Mariano Gallo e Daniele Ormezzano (Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Italia) per aver agevolato l'esame del materiale presente nella collezione Bellardi e Sacco. Si ringraziano infine i due referee Alan Beu (GNS Science, Lower Hutt, New Zealand) e Bernhard Ruthensteiner (ZSM, Monaco, Germania) per le loro utili osservazioni sul manoscritto.

Bibliografia

Bernasconi M.P. & Robba E., 1984. The Pliocene Turridae from Western Liguria. I. Clavinae, Turrinae, Turriculinae, Crassispirinae, Borsoniinae, Clathurellinae. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali*, Torino, **2**: 257-358.

Bogi C. & Chirli C., 2004. Studi sul Pliocene toscano. Poggio alla Fame presso Colle val d'Elsa (SI). *Bollettino Malacologico*, **40**: 88-93.

Boni P. & Peloso G.F., 1973. I lembi pliocenici della Liguria occidentale da Terzorio al confine italo-francese. *Atti Istituto di Geologia Università di Pavia*, **23**: 170-201.

Christiaens J., 1973. La Superfamille des Siphonaroidea. *Informations de la Société Belge de Malacologie*, **10-11**: 163-182.

Ferrero Mortara E., Montefameglio L., Novelli M., Opesso G., Pavia G. & Tampieri R. *Catalogo dei tipi e degli esemplari figurati della collezione Bellardi e Sacco*. Museo Regionale di Scienze Naturali, Cataloghi **VII**: 484 pp.

Forli M., Dell'Angelo B., Sosso M. & Bonfitto A., 2005. Note su alcune *Williamia* (Mollusca: Gastropoda: Siphonariidae) fossili con descrizione di una nuova specie. *Notiziario S.I.M.*, **23**: 14.

Lozouet P., Lesport J.-F. & Renard P., 2001. Révision des Gastropoda (Mollusca) du stratotype de l'Aquitanien (Miocène Inf.): site de Saucats "Lariey", Gironde, France. *Cossmanniana*, **3**: 1-189.

Marshall B.A., 1981. The genus *Williamia* in the western Pacific (Mollusca: Siphonariidae). *New Zealand Journal of Zoology*, **8**: 487-492.

Pantanelli D., 1880. Conchiglie plioceniche di Pietrafitta in provincia di Siena. *Bullettino della Società Malacologia italiana*, **6**: 265-276.

Philippi R.A., 1844. *Fauna Molluscorum viventium et in tellure tertiaria fossilium regni utriusque Siciliae*... Volumen secundum. Halis Saxonum, Sumptibus Eduardi Anton: 1-304.

Ruthensteiner B., 2006. Redescription and 3D morphology of *Williamia gussonii* (Gastropoda: Siphonariidae). *Journal of Molluscan Studies*, **72**: 327-336.

Sacco F., 1897. *I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte XXII. Gasteropoda (fine) - Amphineura - Scaphopoda*. Torino, Carlo Clausen, 149 pp.

Seguenza G., 1873-77. Studii stratigrafici sulla formazione pliocenica dell'Italia meridionale. *Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia*, **4** (1873): 29-30, 30-45, 84-103, 131-153, 213-230, 280-301, 345-357; **5** (1874): 4-15, 68-85, 146-152, 271-283, 332-347; **6** (1875): 18-31, 82-89, 145-153, 203-211, 275-283, 339-345; **7** (1876): 7-15, 91-103, 179-189, 259-271, 355-359; **8** (1877): 7-17, 91-99, 359-367.

Seguenza G., 1879. Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). *Reale Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali*, **6**: 1-446.

Lavoro ricevuto il 4 novembre 2008
Lavoro accettato il 5 marzo 2009

Boll. Malacol., **45**: 9-14 (1/2009)

Perforazioni sulle conchiglie di *Luria lurida* (Gastropoda: Cypraeidae) ad opera di *Octopus vulgaris* (Cephalopoda: Octopodidae)

Mauro Doneddu

via Palau, 5, 07029 Tempio Pausania (OT), Italia, *doneddumauro@tiscali.it*

Riassunto

Viene studiata l'attività predatoria di *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 su *Luria lurida* (Linnaeus, 1758). Su 33 conchiglie di *L. lurida* raccolte nelle tane del cefalopode, l'84,84% risulta perforato dal cefalopode stesso. La localizzazione dei fori non è casualmente distribuita: la maggior parte di essi (66,66%) si trova, infatti, in una piccola area della superficie basale della conchiglia, in prossimità dell'apice. Questa selettività sembra essere determinata dalla presenza della ghiandola epatica, che si trova in corrispondenza dell'area selettivamente perforata. Alcune conchiglie presentano perforazioni multiple, e la presenza di più di un foro sulla stessa conchiglia risulta essere in relazione con la presenza di perforazioni al di fuori dell'area preferenziale di attacco.

Abstract

The hole-drilling behaviour of the common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) is described on shells of *Luria lurida* (Linnaeus, 1758) collected from octopus lairs in the Western Mediterranean (NE Sardinia). Out of 33 shells, 28 (84.84%) were drilled by the cephalopod. The distribution of boreholes on the shells is not random, as most of them (66,66%) occurs within a small area (about 10% of shell surface), on the apertural side near the shell apex. The drilling location seems to be related with the occurrence of the hepatic gland of the prey, which could be the target organ for the injection of toxins and lytic substances by the cephalopod. Few shells showed more than a single borehole: multiple drillings appear to be significantly related to the presence of perforations outside the specific drilling area.

Parole chiave

Octopus vulgaris, *Luria lurida*, predazione, perforazione della conchiglia.

Introduzione

Capita frequentemente di trovare, nelle tane abitate dal polpo comune (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797), conchiglie vuote di bivalvi e gasteropodi, insieme a carapaci e zampe di crostacei. Si tratta, con tutta probabilità, dei resti delle prede del cefalopode, che rimangono per lungo tempo nella tana o nei suoi pressi. Sono spesso questi piccoli cumuli di gusci vuoti che attirano l'attenzione del subacqueo consentendogli di individuare il rifugio del polpo. Tra queste conchiglie mi è capitato talvolta di rinvenire anche nicchi di *Luria lurida* (Linnaeus, 1758). Pur essendo queste conchiglie per lo più prive di qualsiasi valore collezionistico, in quanto solitamente corrose, incrostate e danneggiate, le ho raccolte, a partire dal 1984, per rilevarne le misure a fini statistici. Ben presto mi accorsi che la maggior parte di esse presentavano uno o, meno frequentemente, più fori, quasi sempre localizzati nella stessa zona della conchiglia. L'intento di rilevare la frequenza e localizzazione di questi fori mi fornì una motivazione aggiuntiva a quella iniziale per raccogliere altri esemplari.
Il materiale finora raccolto, sebbene non abbondante, sembra poter fornire dati utili allo studio del fenomeno di predazione ad opera del polpo sui gasteropodi, considerando anche il fatto che i dati disponibili in letteratura sono ancora scarsi. Col presente lavoro si è cercato di stabilire se le perforazioni sul nicchio di *Luria lurida* per opera di *Octopus vulgaris* siano casualmente distribuite o dimostrino una localizzazione preferenziale.

Materiali e metodi

A tutt'oggi le conchiglie di *L. lurida* predate da polpi che ho potuto raccogliere sono 33. Di queste ben 28 presentano uno o più fori, mentre 5 conchiglie ne sono prive. Tutte le conchiglie di *Luria lurida* esaminate provengono da varie località della Sardegna nord-orientale. Esse sono state raccolte, nel corso degli anni dal 1984 al 2008, manualmente durante immersioni in apnea a profondità sempre inferiore ai 5 m, in tane di polpi. Le tane sono state riconosciute come tali per la presenza, al loro interno, del polpo stesso, invariabilmente *Octopus vulgaris*, o per la presenza dei caratteristici cumuli di conchiglie vuote e carapaci di crostacei.
Anche se non è mai stato possibile osservare una predazione in corso, è improbabile che i fori riscontrati sulle conchiglie siano da attribuire ad altri predatori perforatori, come Muricidi o Naticidi. I fori prodotti da questi tre gruppi di predatori hanno infatti un aspetto differente: sono a contorno esterno circolare e di forma troncoparaboloide se prodotti da Naticidi (La Perna, 1990), a contorno esterno circolare ma di forma cilindrica se prodotti da Muricidi (Kowalewski, 1993), mentre quelli degli Ottopodidi sono molto variabili, potendo essere

	Conchiglie	Totale di fori nell'area specifica	Totale di fori al di fuori dell'area specifica	Totale fori
Nessun foro	5	0	0	0
Un foro	19	17	2	19
Due fori	5	6	4	10
Tre fori	3	3	6	9
Quattro fori	1	2	2	4
Totale	33	28	14	42

Tab. 1. Numero e localizzazione dei fori nelle 33 conchiglie di *Luria lurida* rinvenute in tane di *Octopus vulgaris* (Sardegna nord-orientale).

Tab. 1. Number e location of boreholes in 33 shells of *Luria lurida* from *Octopus vulgaris* lairs (NE Sardinia).

di forma tronco-conica (Fotheringham, 1974), cilindrici come nei Muricidi ma a contorno esterno più irregolare (Kowalewski, 1993), o a contorno esterno irregolare, poligonale od ovalare allungato, spesso con una scanalatura che si estende lungo l'asse maggiore e frastagliati lungo il bordo (Harper, 2002). Inoltre i fori da Ottopodidi sono, qualunque sia la loro forma, sempre molto piccoli (Fotheringham, 1974; Kowalewski, 1993; Harper, 2002), da 0,1 a 2 mm di diametro contro 0,3-8 mm nel caso di Muricidi e Naticidi (Kowalewski, 1993). L'aspetto dei fori in esame, di forma cilindrica ma tutti molto piccoli e a contorno piuttosto irregolare, corrobora l'ipotesi che il predatore sia il polpo. Al fine di verificare la casualità o meno delle perforazioni, sono stati effettuati test statistici del χ^2.

Risultati

Delle 33 conchiglie ritrovate, 19 presentano un foro, cinque due fori, tre hanno tre fori ed una ha quattro fori, per un totale di 42 fori (**Tab. 1**). Solo 5 conchiglie risultavano integre. Sondati con uno spillo i fori sono risultati essere invariabilmente a tutto spessore; a tale riguardo c'è da dire che, nonostante l'apparente robustezza della conchiglia di *Luria lurida*, questa è spessa soli 0,6-0,7 mm e ciò può essere la causa del mancato riscontro di perforazioni incomplete.

I fori riscontrati appaiono a contorno subcircolare, con il bordo notevolmente irregolare per la presenza di sbeccature e graffi a raggiera che talvolta fanno assumere al foro stesso una conformazione a stella (**Fig. 1**) e con l'apertura esterna delle stesse dimensioni di quella interna, quindi di forma cilindrica, anche se la sottigliezza della conchiglia fa mal apprezzare questo carattere. Le dimensioni sono assai modeste, variando da 0,5 a 0,9 mm di diametro, corrispondendo a quanto già riportato per *Octopus vulgaris* od Octopodidae in generale (Arnold & Okerlund Arnold, 1969; Kowalewski, 1993; Harper, 2002).

I fori prodotti da Naticidi e Muricidi sono invece raramente inferiori al millimetro di diametro e spesso arrivano a dimensioni molto maggiori, sino a 7-8 mm (La Perna, 1992; Kowalewski, 1993). La rilevante differenza di dimensioni massime fra i fori prodotti dai gasteropodi predatori (Naticidi e Muricidi) e quelli operati dagli Ottopodidi ha una sua giustificazione funzionale: mentre i gasteropodi si nutrono delle carni della preda attraverso il foro, gli Ottopodidi lo utilizzano unicamente per iniettare le sostanze paralizzanti e litiche estraendo poi i tessuti rilassati e semicolliquati dall'apertura naturale della conchiglia (Steer & Semmens, 2003).

Si è cercato di verificare se, nel caso della predazione su *L. lurida*, *O. vulgaris* attui delle scelte non casuali, seguendo una specifica strategia. Innanzi tutto è stato eseguito il test di significatività (χ^2) sul numero di conchi-

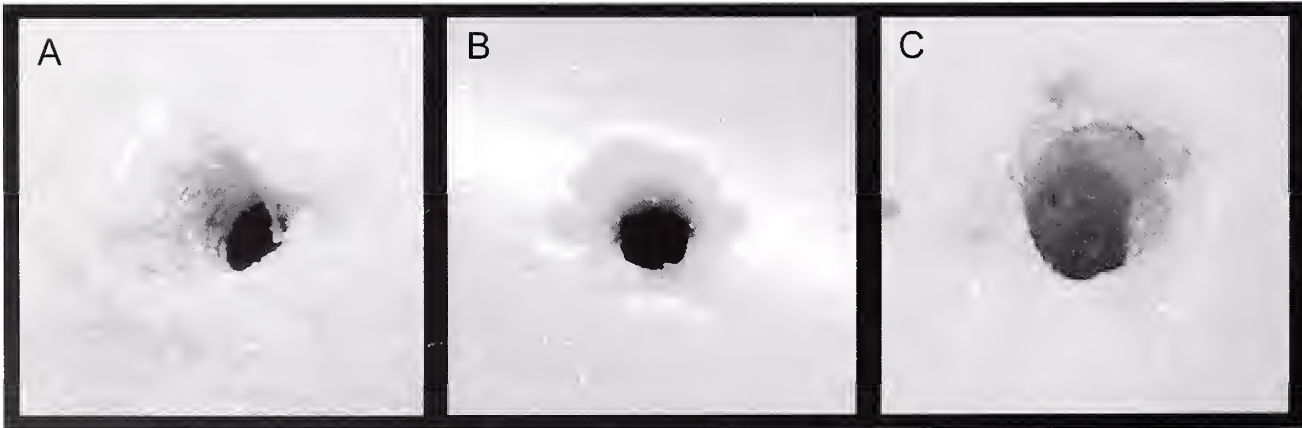


Fig. 1. Particolare dei fori. **A.** 0,8 mm di diametro. **B.** 0, 7 mm di diametro. **C.** 0,9 mm di diametro.

Fig. 1. Close-up of boreholes. **A.** 0,8 mm in diameter. **B.** 0,7 mm in diameter. **C.** 0,9 mm. in diameter.

glie perforate (28) e non perforate (5). La preferenza nell'attuare la predazione tramite perforazione del nicchio, con un valore di χ^2 = 16,03 e 1 grado di libertà è altamente significativa (P < 0,0005).
La maggior parte dei fori riscontrati sono localizzati in una ristretta area della conchiglia, sulla superficie basale, nell'estremità posteriore del lato columellare, che corrisponde alla zona attorno all'apice della spira (**Fig. 2**). L'area sulla quale è stata rilevata la maggior frequenza dei fori, misurata con un calibro ad ansa per superfici, è di circa 3 cm^2 in una conchiglia di 52 mm di lunghezza. Tale superficie è più o meno il 10% della superficie totale della conchiglia. Se i fori fossero praticati casualmente, su un totale di 42 fori rilevati, ci si dovrebbe aspettare quindi un numero di fori pari a 4,2 (10%). Per contro i fori in tale area sono 28 (66,66%) mentre nel restante 90% della superficie della conchiglia se ne contano solo 14 (33,33%). Degli altri 14, ben 11 sono comunque situati sulla superficie basale (10 sul lato columellare ed 1 su quello labiale), e solo 3 sulla superficie dorsale o laterale. Anche la preferenza nell'operare la perforazione nell'area specifica appare significativa: χ^2 = 149,85 e 1 grado di libertà, a cui corrisponde un livello di confidenza superiore al 99,99%: la possibilità che la distribuzione delle perforazioni sia dovuta a pura casualità è, quindi, estremamente improbabile.
Dalla **Tab. 1** si può notare che se consideriamo solo le conchiglie con un unico foro, ben 17 fori (89,47%) sono nell'area preferenziale e solo 2 (10,53%) al di fuori di essa. Se invece prendiamo in esame le conchiglie con più di un foro, 11 (47,83%) di questi sono nell'area preferenziale e 12 (52,17%) al di fuori di essa. Quindi i due comportamenti statisticamente devianti, cioè presenza di più perforazioni e perforazioni al di fuori dell'area preferenziale, sembrano significativamente associati, con un valore di χ^2 pari a 8,11 e 3 gradi di libertà.

Discussione

Octopus vulgaris è una specie sedentaria, comune in Mediterraneo, che vive tra 0 e 200 m di profondità (Roper & al., 1984). Si tratta di un predatore opportunista, con dieta comprendente organismi molto diversi, appartenenti ad almeno cinque differenti Phyla: Chordata, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata e Anellida (Gonçalves & Martins, 1994; Smith, 2003; Ambrose & Nelson, 2008). Mostra scarsa selettività nella scelta delle prede (Katsanevakis & Verriopoulos, 2004), ma tra queste sembra che i molluschi conchigliati siano molto frequenti (Gonçalves & Martins, 1994; Aguado Giménez & Garcia Garcia, 2002; Smith, 2003; Ambrose & Nelson, 2008).
La protezione offerta dalla conchiglia dei molluschi è neutralizzata dal cefalopode in vari modi: rompendola col robusto becco (Harper, 2002), divaricando le valve nei bivalvi (Fiorito & Gherardi, 1999), estraendo il mollusco dei gasteropodi per semplice trazione (McQuaid, 1994). Ma tra le varie tecniche adottate è nota anche la perforazione del nicchio, come ben documentato da

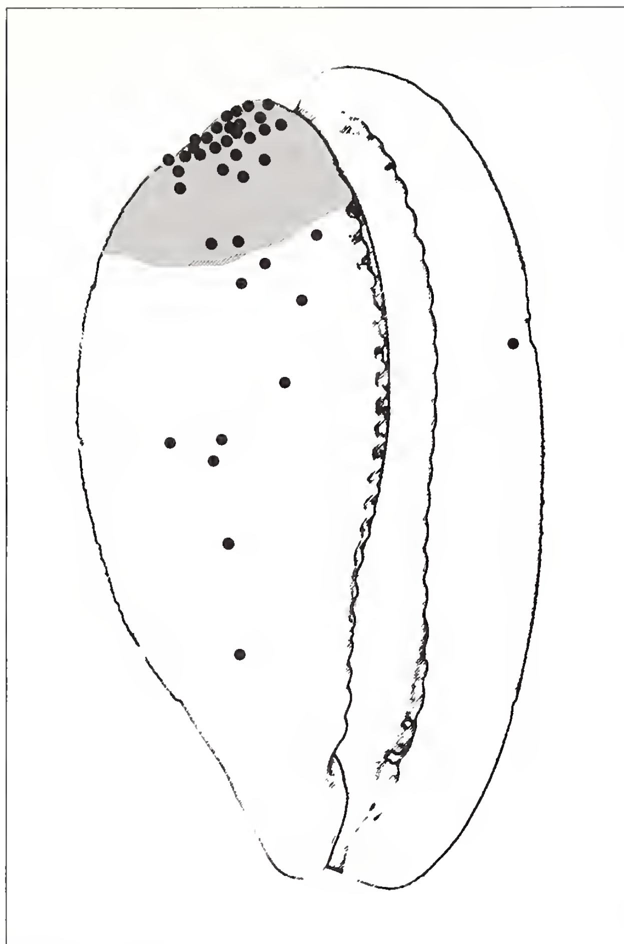


Fig. 2. Distribuzione complessiva dei fori di *Octopus vulgaris* sulla conchiglia di *Luria lurida*.

Fig. 2. Overall distribution of boreholes by *Octopus vulgaris* on the shell of *Luria lurida*.

molti lavori (Wodinsky, 1969; Guerra & Nixon, 1987; Nixon & Maconnachie, 1988; Mather & Nixon, 1990; McQuaid, 1994; Cortez & al., 1995; Fiorito & Gherardi, 1999). È noto che la perforazione dei nicchi da parte degli Ottopodidi è il risultato dell'azione combinata di radula (Hartwick et al., 1978) e della papilla salivare, che ha una protuberanza dentiforme con funzione di radula accessoria (Nixon, 1979, 1980). L'azione meccanica è potenziata dall'effetto chimico ed enzimatico della secrezione della ghiandola salivare (Nixon & al., 1980; Grisley & Boyle, 1990). Quando il foro è completato, il polpo inietta una tossina che induce il rilassamento muscolare dei molluschi predati (Ghiretti, 1959; Young, 1965; Nixon, 1979). La tossina contenuta nella saliva degli Ottopodidi è attiva anche sui crostacei: essa è in grado, una volta iniettata, di causare paralisi e inibizione della respirazione nei granchi (Key & al., 2002). Nel caso del moscardino, *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798), tale effetto si manifesta in 1-2 minuti, e la morte sopravviene in 10 minuti. Ma la saliva degli Ottopodidi contiene, oltre alle neurotossine paralizzanti, un complesso di proteine dagli effetti tossici non tutte ancora completamente studiate. Ad esempio quella di *E. cirrhosa* ha effetti emolitici sugli eritrociti dei mammiferi e forte attività tossica sugli insetti (Key et al., 2002). Alcune proteine in essa contenute, come la tiramina e la cefalotossina, sono tos-

sine usate per paralizzare e uccidere la preda, mentre altre, come la triptamina ossidasi, causano la lisi dei tessuti della preda i quali divengono così una sorta di gelatina più semplice da ingerire da parte del predatore (Wells, 1978).

Nel campione esaminato, 28 conchiglie su 33 presentano perforazione, e solo 5 non presentano perforazioni. Se si ipotizza che la presenza delle conchiglie non perforate nelle tane dei polpi non sia casuale ma esito della predazione da parte del cefalopode, bisogna ammettere una tecnica alternativa alla perforazione per superare la difesa opposta dalla conchiglia del gasteropode. Mather & Anderson (1994) osservano come *Octopus dofleini* (Wulker, 1910) attua tecniche diverse per vincere le difese dei bivalvi, cercando di usare per prime le meno dispendiose e lasciando per ultima la perforazione del nicchio, quando tutte le altre hanno fallito. La tecnica usata per prima, nel caso di bivalvi, consiste nel tentativo di divaricare le valve. Ottopodidi di grosse dimensioni riescono più spesso nel tentativo di forzare le valve, per cui sono soprattutto gli esemplari di dimensioni minori che ricorrono alla perforazione della conchiglia, come osservato per *Graneledone pacifica* Voss & Pearcy, 1990 da Voight & Grehan (2000). Fiorito & Gherardi (1999) espongono osservazioni simili per *O. vulgaris*: inizialmente il polpo tenta di divaricare le valve della preda per semplice trazione, se la tecnica fallisce allora perfora il nicchio. Anche nel caso dei gasteropodi la perforazione della conchiglia solitamente è attuata solo dopo il fallimento della più semplice tecnica di estrazione del mollusco per trazione (Wodinsky, 1969; McQuaid, 1994). Questa strategia è interpretata da McQuaid (1994) come conforme alla "*predictions of optimal foraging theory*" (Hughes, 1980), secondo la quale viene applicata per prima la tecnica che comporta il maggior risultato col minor dispendio di energia e di tempo. Infatti, la perforazione di una conchiglia è un'attività impegnativa sia in termini di dispendio energetico, sia soprattutto in termini di impiego di tempo: ad esempio la conchiglia di *Strombus raninus* Gmelin, 1791 è perforata da parte di *O. vulgaris* nei Caraibi, alla velocità massima di soli 1,25 mm per ora nel senso dello spessore (Arnold & Okerlund Arnold, 1969).

Per quanto riguarda la localizzazione del foro sulla conchiglia della preda Arnold & Okerlund Arnold (1969) rilevano che c'è una marcata preferenza da parte di *Octopus vulgaris* per un particolare settore della spira dei gasteropodi come sede nella quale praticare la perforazione. Un altro ottopodide, *Octopus mimus* Gould, 1852, perfora selettivamente le aree della conchiglia del bivalve *Protothaca thaca* (Molina, 1782) corrispondenti alle inserzioni muscolari e quelle della conchiglia del gasteropode *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) presso l'apice, mentre i fori sono casualmente distribuiti sulle conchiglie dei Mitilidi *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819), *Acanthopleura ater* (Molina, 1782) e *Semimytilus algosus* (Gould, 1850) (Cortez et al., 1998). *Eledone cirrhosa* usa perforare selettivamente la cornea dei granchi, sua preda abituale, come via di accesso per la saliva velenosa che inocula nella preda (Grisley et al., 1996; Key et al., 2002) mentre predilige l'apice della spira di *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) e di *Nucella lapillus* (Linnaeus, 1758) (Runham et al., 1997). Anche *O. vulgaris* mostra una certa selettività nelle aree da perforare nei granchi, oltre che nel carapace, anche sulle chele, sempre nella parte interna del loro penultimo segmento (propodite), direttamente sopra il muscolo che ne aziona il movimento (Wirtz, 1998). Anche *Octopus bimaculoides* Pickford & MacConnaughey, 1949 mostra selettività: tende a perforare le conchiglie dei bivalvi che preda prevalentemente in corrispondenza dell'inserzione del muscolo adduttore anteriore (Casey, 1999). Perforazioni selettive sono state osservate anche in *Octopus dierythraeus* Norman, 1993, che privilegia aree diverse della conchiglia nelle diverse specie predate: *Gafrarium pectinatum* (Linnaeus, 1758) è perforato in prossimità dei margini dell'estremità posteriore delle valve, *Anadara antiquata* (Linnaeus, 1758) lungo il margine ventrale, *Septifer bilocularis* (Linnaeus, 1758) e *Barbatia amygdalumtostum* (Röding, 1798) lungo tutti i margini, *Terebralia palustris* (Linnaeus, 1767), *Telescopium telescopium* Linnaeus, 1758 e *Lambis lambis* Linnaeus, 1758 prevalentemente nella parte apicale della spira e *Turbo haynesi* Preston, 1914 in prossimità dell'ombelico (Steer & Semmens, 2003). Infine anche *Octopus rubescens* Bery, 1953 mostra spiccata selettività nella sua attività perforatoria su *Venerupis philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) per l'area delle inserzioni dei muscoli adduttori (Anderson & al., 2008).

Dal campione soggetto ad esame in questo studio è evidente che anche nel caso di predazione su *L. lurida*, *O. vulgaris* usa perforare selettivamente una ristretta porzione della conchiglia attorno all'apice. La predilezione per questa area non può essere dovuta ad una minore resistenza offerta dalla conchiglia, in quanto lo spessore di questa in *L. lurida* è notevolmente uniforme, essendo leggermente maggiore solo in prossimità del labbro, come verificato sul materiale in esame. Alla luce della teoria del foraggiamento ottimale (Hughes, 1980), si può ipotizzare che la scelta dell'area da perforare da parte del polpo sia determinata dalla particolare vulnerabilità delle parti molli della preda site in corrispondenza di tale area; nel caso specifico di *L. lurida* l'area preferenziale di perforazione dà accesso alla ghiandola epatica.

Durante una permanenza, nell'ottobre del 2000, nello stato messicano di Quintana Roo, sulla costa settentrionale della penisola dello Yucatan, ritrovai nella tana di un polpo, *Octopus* cf. *vulgaris*, due conchiglie vuote di *Luria cinerea* (Gmelin, 1791). Entrambe presentavano un piccolo foro nella stessa area che è selettivamente perforata in *Luria lurida* (**Fig. 3F-G**). La predilezione di tale area, nella perforazione delle conchiglie di cipree, non è quindi una caratteristica esclusiva della popolazione mediterranea di *Octopus vulgaris* e conferma l'ipotesi che la scelta dell'area da perforare nelle cipree, da parte dei polpi, sia dettata dall'efficacia della predazione.

L'ultimo dato risultante dall'esame del campione, cioè che la presenza sulla stessa conchiglia di più perforazioni e perforazioni al di fuori dell'area preferenziale sembrano significativamente associati. Ciò potrebbe indicare una minor efficacia da parte delle perforazioni al



Fig. 3. A-E. Conchiglie di *Luria lurida* dalla Sardegna nord-orientale con perforazioni da *Octopus vulgaris*. Dimensioni delle conchiglie (altezza): **A.** 41 mm, **B.** 40,5 mm, **C.** 48,9 mm, **D.** 49,2 mm, **E.** 53,9 mm. **F-G.** Conchiglie di *Luria cinerea* da Quintana Roo, Messico, con perforazione da *Octopus* cf. *vulgaris*. Dimensioni delle conchiglie (altezza): **F.** 22,6 mm, **G.** 19,2 mm.

Fig. 3. A-E. Shells of *Luria lurida* from north-eastern Sardinia with drillholes by *Octopus vulgaris*. Size of shells (height): **A.** 41 mm, **B.** 40.5 mm, **C.** 48.9 mm, **D.** 49.2 mm, **E.** 53.9 mm. **F-G.** Shells of *Luria cinerea* from Quintana Roo, Mexico with boreholes by *Octopus* cf. *vulgaris*. Size of shells (height): **F.** 22.6 mm, **G.** 19.2 mm.

di fuori dell'area preferenziale, per cui il polpo è costretto ad effettuare altri fori, ad ulteriore corroborazione di quanto sopra ipotizzato.

Nel complesso è evidente che il comportamento predatorio di *Octopus vulgaris* a danno di *Luria lurida* è tutt'altro che casuale, ma risponde piuttosto ad una strategia ben definita.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Dr. Giambattista Bello (Istituto Arion, Mola di Bari) e il Dr Rafael La Perna (Dipartimento Geologia e Geofisica, Università di Bari), per la rilettura critica del manoscritto, i preziosi suggerimenti e per aver fornito utile bibliografia.

Bibliografia

Aguado Giménez F. & Garcìa Garcìa B. 2002. Growth and food intake models in *Octopus vulgaris* Cuvier (1797): influence of body weight, temperature, sex and diet. *Aquaculture International*, **10**: 361-377.

Ambrose R.F. & Nelson B.V. 2008. Predation by *Octopus vulgaris* in the Mediterranean. *Marine Ecology*, **4** (3): 251-261.

Anderson R.C., Sinn D.L. & Mather J.A. 2008. Drilling localization on bivalve prey by *Octopus rubescens* Bery, 1953 (Cephalopoda: Octopodidae). *The Veliger*, **50** (4): 326-328.

Arnold J.M. & Okerlund Arnold K. 1969. Some aspects of hole-boring predation by *Octopus vulgaris*. *American Zoologist*, **9** (3): 991-996.

Casey E. 1999. Intelligent predation by the California Two-Spot Octopus. *The Festivus*, **31** (2): 21-24.

Cortez T., Castro B.G. & Guerra A., 1995. Feeding dynamics of *O. mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Marine Biology*, **123**: 497-503.

Cortez T., Castro B.G. & Guerra A., 1998. Drilling behaviour of *Octopus mimus* Gould. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **224**: 193-203.

Fiorito G. & Gherardi F. 1999. Prey-handling behaviour of *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda) on Bivalve preys. *Behavioural Processes*, **46**: 75-88.

Fotheringham N. 1974. Trophic complexity in a littoral boulderfield. *Limnology and Oceanography*, **19** (1): 84-91.

Ghiretti F. 1959. Cephalotoxin: the crab paralysing agent of

the posterior salivary glands of cephalopods. *Nature*, **183** (4): 1192-1193.

Gonçalves J.M. & Martins H.R. 1994. Despojos alimentares encontrados em abrigos de polvo comun (*Octopus vulgaris*) (Mollusca: Cephalopoda) do Faial (Acores): dados prelimunares. Expedição Científica Faial 1993. *Relatórios e Comunicações do Departamento de Biologia*, **22**: 29-33.

Grisley M.S. & Boyle P.R. 1990. Chitinase, a new enzyme in *Octopus* saliva. *Comparative Biochemistry & Physiology*, **95**B: 311-316.

Grisley M.S., Boyle P.R. & Key L.N. 1996. Eye puncture as a route of entry for saliva during predation on crabs by the octopus *Eledone cirrhosa* (Lamarck). *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, **202**: 225-237.

Guerra A. & Nixon M. 1987. Crab and mollusc shell drilling by *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) in the Ria de Vigo (north-west Spain). *Journal of Zoology*, **211**: 515-523.

Harper E.M. 2002. Plio-Pleistocene octopod drilling behavior in scallops from Florida. *Palaios*, **17**: 292-295.

Hartwick E.B., Thorarinsson G., &. Tulloch L. 1978. Methods of attack by *Octopus dofleini* on captured bivalve and gastrcpod prey. *Marine Behavior and Physiology*, **5** (3): 193-200.

Hughes R.N. 1980. Optimal foraging theory in the marine context. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, **18**: 423-481.

Katsanevakis S. & Verriopoulos G. 2004. Den ecology of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, on soft sediment: availability and types of shelter. *Scientia Marina*, **68** (1): 147-157.

Key L.N., Boyle P.R. & Jaspars M. 2002. Novel activities of saliva from the octopus *Eledone cirrhosa* (Mollusca; Cephalopoda). *Toxicon*, **40** (6): 677-683.

Kowalewski M. 1993. Morphometric analysis of predatory drillholes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **102**: 69-88.

La Perna R. 1990. Fori di predazione da Naticidi sui bivalvi della spiaggia di Catania. *Lavori S.I.M.*, **24**: 177-202.

Mather J.A. & Anderson R.C., 1994. Octopuses and clams: The packaging problem. In: *Abstracts of The Behaviour and Natural History of Cephalopods*, CIAC 94, Vico Equense, Napoli, Italy, p. 21.

Mather J.A. & Nixon, M. 1990. *Octopus vulgaris* drills Chiton. *Journal of Cephalopod Biology*, **1** (2): 113-116.

McQuaid C.D. 1994. Feeding behaviour and selection of bivalve prey by *Octopus vulgaris* Cuvier. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **177**: 187-202.

Nixon M. 1979. Has *Octopus vulgaris* a second radula? *Journal of Zoology*, **187**: 291-296.

Nixon M. 1980. The salivary papilla of *Octopus* as an accessory radula for drilling shells. *Journal of Zoology*, **190**: 53-57.

Nixon M. & Macconnachie E. 1988. Drilling by *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) in the Mediterranean. *Journal of Zoology*, **216**: 687-716.

Nixon M., Maconnachie E. & Howell P.G.T. 1980. The effects on shells of drilling by *Octopus*. *Journal of Zoology*, **191**: 75-88.

Roper C.F.E., Sweeney M.J. & Nauen C.E., 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis, **(125) Vol. 3**: 1-277.

Runham N.W., Bailey C.J., Carr M., Evans C.A. & Malham S. 1997. Hole drilling in crab and gastropod shells by *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798). *Scientia Marina*, **61** (suppl. 2): 67-76.

Smith C.D. 2003. Diet of *Octopus vulgaris* in False Bay, South Africa. *Marine Biology*, **143**: 1127-1133.

Steer M.A. & Semmens J.M. 2003. Pulling or drilling, does size or species matter? An experimental study of prey handling in *Octopus dierythraeus* (Norman, 1992). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **290**: 165-178.

Voight J.R. & Grehan A.J. 2000. Egg brooding by deep-sea octopuses in the North Pacific Ocean. *Biology Bulletin*, **198**: 94-100.

Wells M.J. 1978. *Octopus. Physiology and Behaviour of an Advanced Invertebrate*. Chapman and Hall, London, 417 pp.

Wirtz P. 1998. Trapani al veleno. *Aquarium Oggi*, **5** (4): 8-9.

Wodinsky J. 1969. Penetration of the shell and feeding on gastropods by *Octopus*. *American Zoologist*, 9 (3): 997-1010.

Young J.Z. 1965. The buccal nervous system of Octopus. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)*, **249**: 27-43.

Lavoro ricevuto il 22 ottobre 2008
Lavoro accettato il 19 marzo 2009

Boll. Malacol., **45**: 15-30 (1/2009)

Alien Mollusca along the Calabrian shores of the Messina Strait area and a review of their distribution in the Italian seas

Fabio Crocetta*(✉), Walter Renda# & Angelo Vazzana°

* Via D. Fontana 81, 80128 Napoli, Italy, fabiocrocetta@alice.it, (✉) Corresponding author

Via Bologna 18/A, 87032 Amantea (CS), Italy, w.renda1@tin.it

° Museo di Biologia Marina e Paleontologia di Reggio Calabria, Via Stradella Giuffrè I 32, 89122 Reggio Calabria, Italy, angelovazzana@tin.it

Abstract

Nine alien molluscan species are reported from the Calabrian shores of the Messina Strait area. Four of them, *Haminoea cyanomarginata*, *Bursatella leachii*, *Melibe viridis* and *Brachidontes pharaonis*, were previously known from the investigated area, even though from scarce findings. The questioned presence of *Syphonota geographica* in the Messina Strait is confirmed, while *Cerithium scabridum*, *Aplysia dactylomela*, *Pinctada radiata* and *Fulvia fragilis* are new records for the area. New sites of presence of *C. scabridum* and *F. fragilis* out of the Strait area are also reported and the distribution in the Italian seas of the nine alien species is reviewed. Some updates in LA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA should be necessary, according to the literature data and the results of the present work.

Riassunto

Approfondite ricerche lungo le coste calabre dello Stretto di Messina durante l'intero anno 2008, dal limite di marea fino ad una profondità di circa 50 m, hanno portato al ritrovamento di nove specie di molluschi alieni, tutti di ambiente superficiale. Quattro di esse (*Haminoea cyanomarginata*, *Bursatella leachii*, *Melibe viridis* e *Brachidontes pharaonis*) erano già note per l'area investigata, sebbene sulla base di scarsi ritrovamenti. La presenza di *Syphonota geographica* nei mari italiani, recentemente confutata, è qui confermata, assieme alla segnalazione delle sue ovature. *Cerithium scabridum*, *Aplysia dactylomela*, *Pinctada radiata* e *Fulvia fragilis* rappresentano nuovi record per l'area di indagine. Di *C. scabridum* e *F. fragilis*, infine, sono riportati nuovi siti di rinvenimento al di fuori dell'area dello Stretto. Per tutte le specie trattate in questo lavoro sono riassunte le conoscenze sulla loro distribuzione mediterranea e, soprattutto, nei mari italiani. Sulla base di fonti bibliografiche e dei dati qui presentati risultano necessari diversi aggiornamenti a LA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA.

Key words

Mollusca, Alien species, Mediterranean Sea, Italy, Messina Strait area.

Introduction

The opening of the Suez Canal in 1869 has led to the colonization of the Mediterranean Sea by a large number of tropical/subtropical species that have established viable populations along the Levantine coast and then spread into the central Mediterranean Sea, in part by natural dispersal, in part by transport of larvae, juveniles or adult specimens by shipping. Also the increase in human activities, aquaculture and leisure boating, in the past century, contributed to the introduction of non-indigenous species in our seas. Natural and anthropic introduction of alien species contributes to the alteration of autochthonous communities and could disrupt the delicate equilibria between native biota and their physical and biological environments (Ruiz et al., 1997; Boudouresque & Verlaque, 2002; Gofas & Zenetos, 2003; Occhipinti-Ambrogi & Savini, 2003; Occhipinti-Ambrogi, 2007; Galil, 2007).

The presence of alien species in the Messina Strait is of great importance, as this is a unique Mediterranean area (Bianchi, 2007), with a highly rich and diversified flora and fauna. The biological peculiarities of the Messina Strait include some Atlantic relicts, such as Laminariales (Fredj & Giaccone, 1987), dense coverages by Rhodophyceae (Giaccone, 1987) and rich populations of protected species, such as *Pinna nobilis* and *P. rudis* (Giacobbe & Leonardi, 1987). Not accidentally, the Messina Strait area is considered as a distinct area (sector 4) among the biogeographic sectors listed by Bianchi (2004) (**Fig. 1**).

The present work provides new data about several molluscan alien species occurring along the Calabrian shores of the Messina Strait area with an overview of the distribution of these species along the Italian coasts. New records of *Cerithium scabridum* and *Fulvia fragilis* out of the Messina Strait area are also reported.

Materials and methods

The Calabrian shores of the Messina Strait area, from Scilla to Saline Joniche and from the tide level to about 50 m of depth, were weekly investigated by snorkelling and SCUBA diving for several years by one of the authors (A.V.) in search of marine alien molluscan species. Out of these locations, thirteen sites, resulting strongly characterized by the presence of alien species (**Fig. 1**; **Tab. 1**), were investigated more in detail during 2008. Since the investigated sites have a different extent, only

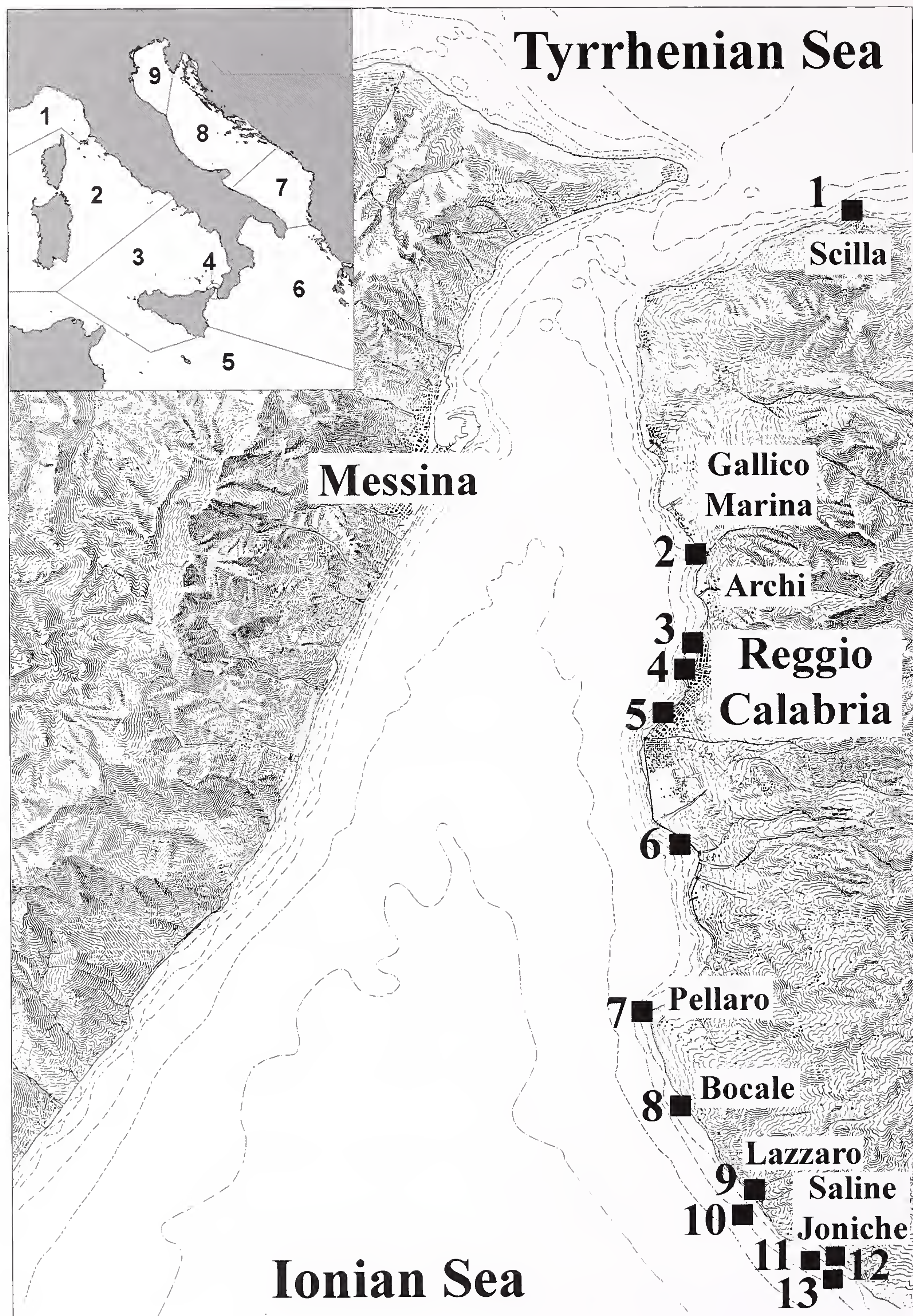


Fig. 1. Italian biogeographic sectors (after Bianchi, 2004) and sampling localities along the Calabrian shores of the Messina Strait area (sector 4).

Fig. 1. Settori biogeografici italiani (da Bianchi, 2004) e siti di campionamento lungo le coste calabre dell'area dello Stretto di Messina.

Site	Locality	Lat.	Long.	Depth (m)	Substrate/Bottom
1	Scilla	38.018313	15.633930	0-1	Artificial hard substrate
2	Gallico Marina - Archi	38.158271	15.651466	10-12	Sandy bottom with dead matte of *P. oceanica*
3	Reggio Calabria Harbour - Candeloro	38.120946	15.647182	0-2	Artificial hard substrate with *Corallina*, *Chaetomorpha* and *Ulva* species
4	Reggio Calabria Harbour - Candeloro	38.120835	15.647026	6-10	Muddy detritic bottom with sparse rocky blocks
5	Reggio Calabria Lungomare - Circolo Velico	38.109155	15.640339	6-10	Detritic sandy bottom with *Halophila stipulacea*, *Corallina* and *Ulva* species
6	Reggio Calabria Airport	38.067608	15.649521	5-6	Muddy bottom with *Halophila stipulacea*
7	Punta Pellaro	38.018313	15.633930	3	Rocky bottom with thin algal film
8	Bocale	38.002637	15.638672	3-5	Rocky bottom with algae
9	Lazzaro	37.976687	15.657593	3-5	Rocky bottom with thin algal film and *Cystoseira* sp.
10	Lazzaro	37.976119	15.656197	20	Gravel and pebbles with algae
11	Saline Joniche	37.931969	15.695751	2-6	Fish farming nets
12	Saline Joniche Harbour	37.927939	15.737320	0-2	Hard substrate with algal film
13	Saline Joniche	37.926019	15.740763	5-6	Limestone boulders with algal film and *Cystoseira* sp.

Tab. 1. Localities, geographical coordinates (N, E), depth range (m) and main characters of substrate.

Tab. 1. Località, coordinate geografiche (N, E), profondità (m) e principali caratteristiche del substrato.

semi-quantitative data and maximum densities (specimens/m^2) (¥) observed are given, while a description of their living substrata and the most common macro-mollusca found in association with them are listed (**Tab. 2**). Whenever possible, photos of the living specimens were taken *in situ* or in aquarium (**Fig. 2**). Several of the observed specimens were hand-collected and are preserved dried or in 70% ethanol in the private collections of the authors and at Museo di Biologia Marina e Paleontologia di Reggio Calabria, while, when many specimens were present, only a few were taken and a numerical estimation of their abundance is given. An extensive bibliographic research on the alien recorded species was done to update their distribution along the Italian coasts. CLEMAM – Check list of European marine mollusca (accessed on 01/2009), LA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA (2006) and the biogeographic areas defined by Bianchi (2004) are followed.

Results

Cerithium scabridum Philippi, 1848

Material

Punta Pellaro (site 7) (¥ = 1): 3 living specimens and 13 crabbed shells (**Fig. 2A**). Saline Joniche Harbour (site 12) (¥ = 18): 133 living specimens (**Fig. 2B, C**).
Gizzeria harbour (Cosenza): 79 living specimens at 10/30 cm of depth on sandy bottom, constituting the Northernmost Tyrrhenian site known for this species (Renda, pers. obs.).

Remarks

The prosobranch gastropod *Cerithium scabridum* is one of the first lessepsian species recorded in shallow waters from the Suez Canal and then in the Mediterranean from Egypt, Israel, Lebanon and Syria. Since the early 1900s it is considered as a permanent Mediterranean inhabitant. More recently it was found also in Italy, Turkey, Cyprus, Tunisia (references in Crocetta et al., 2008), Malta (Mifsud & Sammut, 2006) and Greece (Zenetos et al., 2009). Its distribution in the Italian seas was critically discussed by Crocetta et al. (2008), to which new records are added: the species lives on sandy-muddy and rocky bottoms in shallow waters on *Posidonia oceanica*, *Zostera nana* or *Cymodocea nodosa* at Siracusa (Di Natale, 1978; Piani, 1979; Di Natale, 1982; Garilli & Caruso, 2004) and Catania (Zenetos et al., 2004; Acitrezza - Crocetta & Rismondo pers. obs.), at Trapani, "La Tramontana" (Renda, pers. obs.) and San Vito Lo Capo (Garilli & Caruso, 2004), at Palermo, "Foro Umberto I" (Renda, pers. obs.), Mondello and Capo Gallo (Garilli & Caruso, 2004), and in the Otranto Harbour (Albano & Trono, 2008). A great number of dead specimens was also reported from the harbour of Vibo Valentia (Crocetta et al., 2008).
Sabelli (2006) listed *Cerithium scabridum* from sectors 3, 5 and 6, though it was not indicated as alien species. A

Species	Sites												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lepidopleurus cajetanus (Poli, 1791)									+				
Chiton olivaceus Spengler, 1797				+			+	+	+			+	
Patella caerulea Linné, 1758	+		+									+	
Patella rustica Linné, 1758	+		+										
Patella ulyssiponensis Gmelin, 1791	+		+										
Fissurella nubecula (Linné, 1758)	+		+									+	
Haliotis tuberculata tuberculata Linné, 1758		+		+	+		+	+	+			+	
Clanculus corallinus (Gmelin, 1791)				+			+	+					
Jujubinus exasperatus (Pennant, 1777)		+		+		+	+	+	+			+	
Gibbula adansonii (Payraudeau, 1826)			+										
Gibbula rarilineata (Michaud, 1829)	+		+				+					+	
Gibbula umbilicaris (Linné, 1758)		+			+		+				+		
Gibbula varia (Linné, 1758)			+				+	+				+	
Phorcus richardi (Payraudeau, 1826)	+		+										
Osilinus turbinatus (Born, 1778)	+		+										
Calliostoma conulus (Linné, 1758)		+		+			+	+		+			
Calliostoma laugieri (Payraudeau, 1826)		+		+	+	+	+	+	+				
Bolma rugosa (Linné, 1767)		+			+		+	+	+				+
Cerithium renovatum Monterosato, 1884	+		+	+			+	+				+	
***Cerithium scabridum* Philippi, 1848**							+					+	
Cerithium vulgatum Bruguière, 1792	+		+	+	+	+	+	+	+			+	+
Bittium reticulatum (da Costa, 1778)			+	+		+	+			+		+	
Cirsotrema cochlea (Sowerby G.B. II, 1844)		+				+							
Melarhaphe neritoides (Linné, 1758)	+		+										
Vermetus triquetrus Bivona Ant., 1832					+		+	+	+			+	+
Serpulorbis arenarius (Linné, 1767)					+		+	+					+
Aporrhais pespelecani (Linné, 1758)		+				+							
Erosaria spurca (Linné, 1758)					+		+	+	+				
Luria lurida (Linné, 1758)							+	+					
Notocochlis dillwynii (Payraudeau, 1826)							+	+					
Tectonatica sagraiana (d'Orbigny, 1842)											+		
Tonna galea (Linné, 1758)		+				+							
Phalium granulatum (Born, 1778)		+		+		+	+	+					
Cymatium parthenopeum (Salis, 1793)				+		+				+			
Bolinus brandaris (Linné, 1758)				+		+							
Hexaplex trunculus (Linné, 1758)		+	+	+	+	+		+	+	+		+	+
Ocenebra erinaceus (Linnè, 1758)		+		+			+	+		+			
Ocinebrina aciculata (Lamarck, 1822)							+	+					
Ocinebrina edwardsii (Payraudeau, 1826)		+		+			+	+				+	
Muricopsis cristata (Brocchi, 1814)					+		+	+					
Typhinellus labiatus (de Cristofori & Jan, 1832)						+	+						
Stramonita haemastoma (Linné, 1767)				+	+		+	+	+	+		+	+
Coralliophila meyendorffii (Calcara, 1845)							+						
Euthria cornea (Linné, 1758)		+		+	+			+	+			+	
Pisania striata (Gmelin, 1791)				+				+	+			+	
Pollia dorbignyi (Payraudeau, 1826)					+		+		+				
Nassarius corniculum (Olivi, 1792)		+		+				+					
Nassarius cuvierii (Payraudeau, 1826)				+			+						
Nassarius incrassatus (Ström, 1768)					+		+			+			
Columbella rustica (Linné, 1758)	+			+	+		+	+	+				+
Mitrella scripta (Linné, 1758)		+		+	+							+	
Fasciolaria lignaria (Linnè, 1758)		+		+	+		+			+			

Species	Sites												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
***Haminoea cyanomarginata* Heller & Thompson T., 1983**									+	+			+
Philinopsis depicta (Renier, 1807)		+				+							
***Aplysia dactylomela* Rang, 1828**							+	+					
Aplysia depilans Gmelin, 1791		+		+	+	+				+			+
***Syphonota geographica* (Adams & Reeve, 1850)**					+	+							
***Bursatella leachii* de Blainville, 1817**		+		+		+							
Notarchus punctatus Philippi, 1836		+		+		+							+
Petalifera petalifera (Rang, 1828)									+				
***Melibe viridis* (Kelaart, 1858)**		+		+		+							
Arca noae Linné, 1758				+	+		+	+				+	+
Barbatia barbata (Linnè, 1758)				+	+		+	+	+				
Glycymeris glycymeris (Linné, 1758)		+				+				+			
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819	+		+								+		
***Brachidontes pharaonis* (Fischer P., 1870)**	+		+								+		
Mytilaster cfr. *marioni* (Locard, 1889)											+		
Mytilaster minimus (Poli, 1795)	+		+								+		
Musculus costulatus (Risso, 1826)											+		
Modiolarca subpicta (Cantraine, 1835)							+				+		
Modiolus barbatus (Linné, 1758)		+		+		+	+			+			+
Pinna nobilis Linné, 1758		+		+	+	+				+			
Pinna rudis Linné, 1758				+			+			+			
***Pinctada radiata* (Leach, 1814)**						+	+	+	+	+	+	+	
Pecten jacobeus (Linnè, 1758)		+			+	+				+			
Crassadoma multistriata (Poli, 1795)				+			+	+					
Chlamys varia (Linné, 1758)		+		+			+		+				+
Spondylus gaederopus Linné, 1758				+			+	+	+				+
Anomia ephippium Linné, 1758				+	+		+		+		+		+
Pododesmus patelliformis (Linné, 1761)				+				+					
Limaria hians (Gmelin, 1791)		+		+	+		+						
Ostreola stentina (Payraudeau, 1826)				+			+				+		+
Chama gryphoides Linné, 1758				+	+		+	+	+			+	+
Pseudochama gryphina (Lamarck, 1819)					+	+	+		+				+
Acanthocardia aculeata (Linné, 1758)		+				+				+			
Acanthocardia tuberculata (Linné, 1758)		+		+		+							
Parvicardium exiguum (Gmelin, 1791)		+		+	+	+	+	+		+		+	+
Papillicardium papillosum (Poli, 1791)		+				+	+			+			
Laevicardium crassum (Gmelin, 1791)		+		+		+				+			+
***Fulvia fragilis* (Forskål, 1775)**						+							
Mactra glauca Born, 1778						+							
Tellina incarnata Linné, 1758		+				+							
Tellina planata Linné, 1758		+		+		+							
Arcopagia balaustina (Linné, 1758)						+				+			
Gari depressa (Pennant, 1777)		+		+		+				+			+
Venus verrucosa Linné, 1758		+		+			+	+		+			
Chamelea gallina (Linné, 1758)		+				+				+			+
Callista chione (Linnè, 1758)		+				+				+			
Venerupis aurea (Gmelin, 1791)		+				+							
Thracia corbuloides Deshayes, 1830		+		+		+				+			
Pandora inaequivalvis (Linné, 1758)				+		+							

Tab. 2. Alien species (in bold) and the most common macro-molluscs found in association with them. Sites correspond to localities listed in Tab. 1.

Tab. 2. Specie aliene (in grassetto) e macro-molluschi più comuni rinvenuti in associazione con esse. I siti corrispondono alle località riportate nella Tab. 1.


A
B
C
D
E
G
F
H
I
M
N
L
O
R
P
Q

record between sectors 6 and 7 was also recently reported (Albano & Trono, 2008). It is here recorded from sector 4.

Haminoea cyanomarginata Heller & Thompson, 1983

Material

Lazzaro (site 9) (¥ = 16): about 150 (estimate) living specimens. Lazzaro (site 10) (¥ = 5): 57 living specimens (**Fig. 2D, E**). Saline Joniche (site 13) (¥ = 20): about 200 (estimate) living specimens.

Remarks

Haminoea cyanomarginata is a cephalaspidean mollusc considered one of the recent lessepsian immigrants, although there are no records from the easternmost Mediterranean. It was first recorded from the Mediterranean Sea in November 2001, when 31 live specimens were found at Porto Germeno (Gulf of Corinth, Greece) (Zenetos et al., 2004; Zenetos et al., 2005; Mollo et al., 2008). Then, *H. cyanomarginata* was found in Turkey in 2002 (Yokes & Rudman, 2004) and in Malta in 2006 (Mifsud, 2007). One year later (September 2007) about 70 live specimens were found at Saline Joniche (Reggio Calabria), at a depth of about 6 m on calcareous boulders covered by a thin algal film and colonized by *Cystoseira* sp. (Crocetta & Vazzana, 2008).
Egg-masses of *H. cyanomarginata* were observed on *Cystoseira* by Crocetta & Vazzana (2008) for the first time in the Mediterraean Sea. In the present survey it was often observed in couple, showing a trailing behaviour.
Haminoea cyanomarginata is one of the latest aliens in the Italian waters, not yet present in LA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA (Cattaneo-Vietti, 2006).

Aplysia dactylomela Rang, 1828

Material

Punta Pellaro (site 7) (¥ = 1): 1 living specimen. Bocale (site 8) (¥ = 2): 3 living specimens (**Fig. 2F, G**).

Remarks

Aplysia dactylomela is an opisthobranch mollusc with a worldwide distribution in tropical and warm-temperate waters of the Atlantic (d'Orbigny, 1839; Wirtz, 1998; Wirtz, 1999; Ortea et al., 2001) and Indo-Pacific, including Red Sea (Marcus & Marcus, 1967; Bebbington, 1974; Dekker & Orlin, 2000; Burn, 2006).
In the latest years this species has been reported from the Mediterranean. A first live specimen was reported from Lampedusa Island (Trainito, 2003; Trainito, 2005). The specimen was found at Guitcia, on April 2002, at 3 m of depth, on a sandy-rocky bottom with *Caulerpa racemosa* (Trainito, pers. comm.). *A. dactylomela* was then recorded from Greece in 2005 (Zenetos et al., 2007), Turkey in 2006 (Çinar et al., 2006a; Yokes, 2006) and Malta (Schembri, 2008), while several records from Cyprus and Croatia appeared on the www.seaslugforum.net website. Its distribution and expansion trend in the Italian seas were recently summarized by Crocetta & Colamonaco (2008): the species is locally common along the eastern Sicilian shores from Messina to Syracuse, with a single record from Gallipoli (Puglia).
Aplysia dactylomela is listed for sectors 5 and 6 (Cattaneo-Vietti, 2006) and should be added to the species list of sector 4 (present paper).

Syphonota geographica (Adams & Reeve, 1850)

Material

Reggio Calabria Lungomare - Circolo Velico (site 5) (¥ = 2): 4 living specimens. Reggio Calabria - Airport (site 6) (¥ = 1): 2 living specimens (**Fig. 2H, I**).

Remarks

Syphonota geographica is an anaspidean mollusc recently recorded from Greece (Mollo et al., 2008) and Turkey (Yokes & Rudman, 2004). The species first appeared in a photo from the Mediterranean Sea in Turano & Neto (2001), identified as *Phyllaplysia lafonti*, then in Costa et al. (2002) as *Petalifera petalifera*. A few years ago, Scuderi & Russo (2005) correctly identified it as *Syphonota geographica* from the illustration in Costa et al. (2002) and generically reported it from the Sicilian shores of the Messina Strait. No additional data were then known by the two authors (Scuderi, pers. comm.).
The specimens illustrated by Turano & Neto (2001) and Costa et al. (2002) were from Reggio Calabria, where this species is present, though rare, since 1999. Egg-masses were always noted in September (Neto, pers.

☞ **Fig. 2.** Alien Mollusca from the Calabrian shores of the Messina Strait area (not to scale). **A-C.** *Cerithium scabridum*. **A**. Punta Pellaro (site 7), 13 × 6 mm; **B, C.** Porto di Saline Joniche (site 12), 16 × 8 mm, 17 × 8 mm. **D, E.** *Haminoea cyanomarginata*, Lazzaro (site 10). **D.** Living specimen, 18 × 8 mm; **E.** Its shell, 8 × 6 mm. **F, G.** *Aplysia dactylomela*, Bocale (site 8). **F.** Living specimen, 130 mm. **G.** Its shell, 40 × 32 mm. **H, I.** *Syphonota geographica*, Reggio Calabria Airport (site 6). **H.** Living specimen, 120 mm; **I.** Its shell, 40 × 29 mm. **L.** *Bursatella leachii*, Reggio Calabria Airport (site 6), 150 mm. **M.** *Melibe viridis*, Reggio Calabria Airport (site 6), 180 mm. **N.** *Brachidontes pharaonis*. Saline Joniche (site 11), 31 × 14 mm. **O-Q.** *Pinctada radiata*. **O, Q.** Saline Joniche (site 11), 31 × 34 mm, 36 × 39 mm; **P.** Reggio Calabria Airport (site 6), 44 × 49 mm. **R.** *Fulvia fragilis*. Reggio Calabria Airport (site 6), 38 × 34 mm.

Fig. 2. Molluschi alieni dalle coste calabre dell'area dello Stretto di Messina (non in scala). **A-C.** *Cerithium scabridum*. **A.** Punta Pellaro (sito 7), 13 × 6 mm; **B, C.** Porto di Saline Joniche (sito 12), 16 × 8 mm, 17 × 8 mm. **D, E.** *Haminoea cyanomarginata*, Lazzaro (sito 10). **D.** Esemplare vivente, 18 × 8 mm. **E.** La sua conchiglia, 8 × 6 mm. **F, G.** *Aplysia dactylomela*, Bocale (sito 8). **F.** Esemplare vivente, 130 mm. **G.** La sua conchiglia, 40 × 32 mm. **H, I.** *Syphonota geographica*, Aeroporto di Reggio Calabria (sito 6). **H.** Esemplare vivente, 120 mm. **I.** La sua conchiglia, 40 × 29 mm. **L.** *Bursatella leachii*, Aeroporto di Reggio Calabria (sito 6), 150 mm. **M.** *Melibe viridis*, Aeroporto di Reggio Calabria (sito 6), 180 mm. **N.** *Brachidontes pharaonis*. Saline Joniche (sito 11), 31 × 14 mm. **O-Q.** *Pinctada radiata*. **O, Q.** Saline Joniche (sito 11), 31 × 34 mm, 36 × 39 mm. **P.** Aeroporto di Reggio Calabria (sito 6), 44 × 49 mm. **R.** *Fulvia fragilis*. Aeroporto di Reggio Calabria (sito 6), 38 × 34 mm.

comm.). Recently, many good photos of *Syphonota geographica* were published by Neto (2006) and a probable attempt of predation by *Astropecten aranciacus* (Linné, 1758) was reported by Guerrieri & Neto (2007), again from Reggio Calabria (Neto, pers. comm.).
Syphonota geographica should be included in LA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA (Cattaneo-Vietti, 2006) for sector 4.

Bursatella leachii de Blainville, 1817

Material

Archi-Gallico (site 2) (¥ = 2): 14 living specimens. Reggio Calabria Harbour-Candeloro (site 4) (¥ = 2): 27 living specimens. Reggio Calabria Airport (site 6) (¥ = 3): about 50 (estimate) living specimens (**Fig. 2L**).

Remarks

Bursatella leachii is an anaspidean mollusc with circumtropical diffusion (Eales & Engel, 1935). The first Mediterranean record probably is the one by O'Donoghue & White (1940), although no locality was added to the preserved specimen. After the first record, the species rapidly spread along the coasts of Israel (Eales, 1970; Barash & Danin, 1971; Barash & Zenziper, 1980), Turkey (Swennen, 1961; Kazak & Cavas, 2007), Malta (Bebbington, 1970; Sciberras & Schembri, 2007; Goud & Mifsud, 2009), Tunisia (Enzenroß & Enzenroß, 2001; Ben Souissi et al., 2003), Croatia (Jaklin & Vio, 1989), Greece (Barash & Danin 1986; Daskos & Zenetos, 2007), Lebanon (Zenetos et al., 2004), Spain (Oliver & Terrasa, 2004) and Italy, where several specimens were reported from Mar Piccolo and Mar Grande (Taranto) between 1968 and 1973 (Tortorici & Panetta, 1977). *B. leachii* was not reported by Vatova (1975) from samplings carried out in 1966-1969 in the Gulf of Taranto, so the species most probably appeared in the Italian seas in the early 1970's. After this first record the species spread rapidly along the Italian seas and was reported from the following biogeographic areas:
sector 1: Fortullino (Piani in Icram, 2006; Scotti pers. comm.);
sector 2: Gulf of Cagliari (Zenetos et al., 2004; Olita, 2006), present since 1995 - hundreds of specimens beached at Poetto (Piras, pers. obs.);
sector 3: Palermo area (Parrinello & Catalano, 1978; Catalano et al., 1978); Campanian shores (Fasulo et al., 1984; Russo, 1985; Jaklin & Vio, 1989; Zupo et al., 1990; Lorenti et al., 2008);
sector 4: Neto, 2003 (photos taken along Reggio Calabria shores, from Archi to Pellaro - Neto, pers. comm.), present since 1990 along the Calabrian shores of the Strait area (Vazzana, pers. obs.);
between sector 5 and 6: S. Panagia Bay (Syracuse) (Piani, 1980);
sector 6: Gulf of Taranto and neighbouring areas (Panetta, 1976; Panetta, 1977; Tortorici & Panetta, 1977; Palazzi & Boccolini, 1980; Panetta, 1981; Tursi et al., 1981; Bello, 1982; Perrone, 1983; Fasulo et al., 1984; Russo, 1985; Carriglio et al., 2004) - eastern Sicilian shores (Russo, 1985; Scotti et al., 2006 in Icram, 2006; Scotti, pers. comm.);
sector 7: Bari (Vaccarella & Pastorelli, 1983; Vaccarella, 1986);
between sector 7 and 8: Margherita di Savoia (Foggia) (Vaccarella, 1986);
sector 9: Gulf of Trieste (Jaklin & Vio, 1989; Vio & De Min, 1996; De Min & Vio, 1998; Vio & De Min, 1999) - Venice area (Cesari et al, 1986; Cesari, 1994; Mizzan, 1999; Mizzan & Vianello, 2009) - Emilia Romagna (Rinaldi, 2007; 2008).
Bursatella leachii lives on muddy, sandy and muddy/sandy bottoms with *Caulerpa prolifera* or *Cymodocea nodosa* and *Zostera noltii* (Zenetos et al., 2004).
Cattaneo-Vietti (2006) listed *Bursatella leachii* from sectors 2 to 6 and 9. Recent records from the Gulf of Trieste (Poloniato & Balasso, pers. obs.) and northern Adriatic shores (Rinaldi, 2007; 2008; Mizzan & Vianello, 2009) suggest that the species is still present in the area, although only genetic analysis could confirm if they are related to the first introduction or represent a subsequent introduction. The species should be listed for all the Italian biogeographic areas.

Melibe viridis (Kelaart, 1858)

Material

Archi-Gallico (site 2) (¥ = 2): 14 living specimens. Reggio Calabria Harbour-Candeloro (site 4) (¥ = 2): 17 living specimens. Reggio Calabria Airport (site 6) (¥ = 3): about 50 (estimate) living specimens (**Fig. 2M**).

Remarks

Melibe viridis is a large nudibranch with a wide distribution in the Indo-Pacific areas (Gosliner & Smith, 2003) first recorded in the Mediterranean Sea from Greece as *Melibe fimbriata* (Thompson & Crampton, 1984). Later on the species was reported again from Greece (Moosleitner, 1986; Koutsoubas & Cinelli, 1997), Tunisia (Cattaneo-Vietti et al., 1990), Croatia (Despalatovic et al., 2002), Turkey (Yokes & Rudman, 2004) and Malta (Borg et al., 2009), while several photos of specimens from Montenegro and Cyprus appeared on www.seaslugforum.net website. About ten years ago it was also found along the Calabrian shores of the Strait area (Mojetta, 1998), where in September 1997 (Neto, pers. comm.) several specimens were found from 5 to 15 m of depth on a soft bottom with *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson and *Halophila stipulacea* (Forskål) Ascherson. Thus, *M. viridis* did not arrive in the Italian seas in 1984, as reported by Mastrototaro et al. (1984), who misunderstood a statement in Mojetta (1998), while the species is present along the southern Calabrian shores since 1991 (Vazzana, pers. obs.). Then *M. viridis* spread along the Sicilian shores, where 8 specimens were recorded in the neighbourhood of Catania (Pozzillo, Acitrezza, Capo Molini) on rocky bottoms at 2-3 m of depth (Scuderi &

Russo, 2003) and along the Calabrian shores of the Ionian Sea (record from Capo Bianco by Villani, pers. comm. in Zenetos et al., 2004), early followed by two records from the Gulf of Taranto. Several specimens (and spawning) were recorded from muddy bottom with *Cladophora prolifera* down to 30 m in depth at Porto Cesareo (Lecce) and on a muddy bottom with *Caulerpa prolifera* turf down to 10 m depth in Mar Grande of Taranto (Mastrototaro et al., 2004). More than 50 specimens were observed in Mar Piccolo and Mar Grande of Taranto on muddy bottoms covered with dense algal beds or near mussel farms (Carriglio et al., 2004). More recently, several specimens were found in *Cymodocea nodosa* meadows at 6 m of depth in the roadstead of Golfo Aranci (Doneddu & Trainito, 2008).

Melibe viridis is listed for sectors 6 and 7 (Cattaneo-Vietti, 2006). Records from sector 7 are not located along the Italian shores. It should be also listed for sectors 2 (Doneddu & Trainito, 2008) and 4 (Mojetta, 1998; present work).

Brachidontes pharaonis (Fischer P., 1870)

Material

Scilla (site 1) (¥ = 2): 7 living specimens and 8 shells. Reggio Calabria Harbour - Candeloro (site 3) (¥ = 5): 29 living specimens. Saline Joniche (site 11) (¥ = 12): more than 200 (estimate) living specimens (**Fig. 2N**).

Remarks

Brachidontes pharaonis is one of the first lessepsian entries, first recorded in the Mediterranean Sea only seven years after the opening of the Suez Canal (Fuchs, 1878). After this record, the species rapidly spread all through the Eastern Basin (Gruvel and Moazzo, 1931; Haas, 1937; Barash & Danin, 1986; Rilov et al., 2004) and towards the central sectors in Greek, Cypriot and Turkish waters (Kinzelbach, 1985; Tenekides, 1989; Cecalupo & Quadri, 1996; Buzzurro & Greppi, 1996; Buzzurro & Greppi, 1997; Doğan et al., 2007). It was also recorded from Malta (Cachia et al., 2004), even though its presence in the Maltese waters was questioned by Sciberras & Schembri (2007), and from Corsica (Merella et al., 1994; Boudouresque, 1999). A single record is from Croatia (Vio & De Min, 1996; De Min & Vio, 1998; Vio & De Min, 1999), where the species has been never recorded again (Vio, pers. comm.). Further researches seem to confirm that *B. pharaonis* did not survive in this area (Crocetta, pers. obs.).

It was first reported in 1969 from the Italian seas, along the northern and southern shores of Syracuse, where the species was sampled from the tide level to 2 m of depth, byssed on rocky bottom or on shell grit in a polluted area near the Augusta Harbour, probably ship-transported (Di Geronimo, 1971a; 1971b). In the following year the species rapidly spread all through the Catania Gulf and was also recorded from Milazzo (Arcidiacono & Di Geronimo, 1976), eastern Sicily and several other Sicilian sites (Di Natale, 1982; Gianguzza et al., 1997; Gianguzza et al., 1998a; Gianguzza et al., 1998b; Gianguzza et al., 2001; Russo et al., 2004; Sirna Terranova et al., 2006), where it is locally abundant, sometimes forming dense populations with over 25,000 specimens/m^2 (Sarà et al., 2006). The species was recorded from the Calabrian shores, at Le Castella (Crotone), on the Ionian coasts (Zanca, 1976), and at Scilla and Vibo Valentia Marina, on the Tyrrhenian coasts (Di Natale, 1982; Crocetta et al., 2008).

Brachidontes pharaonis is listed for sectors 2, 4, 5 and 9 (Schiaparelli, 2006), although records from sectors 2 and 9 are not located along the Italian shores. The species should be also listed for sector 6 (Zanca, 1976; Russo et al., 2004) and excluded from sector 9 (present work).

Pinctada radiata (Leach, 1814)

Material

Reggio Calabria Airport (site 6) (¥ = 1): 10 living specimens (Fig. 2P). Punta Pellaro (site 7) (¥ = 3): about 30 (estimate) living specimens. Bocale (site 8) (¥ = 1): 4 living specimens. Lazzaro (site 9) (¥ = 1): 6 living specimens. Lazzaro (site 10) (¥ = 2): 2 living specimens. Saline Joniche Harbour (site 12) (¥ = 1): 8 living specimens. Saline Joniche (site 11) (¥ = 15): about 300 (estimate) living specimens (**Fig. 2O-Q**).

Remarks

Pinctada radiata is among the first alien molluscs recorded from the Mediterranean Sea and its sudden and wide propagation is still puzzling. In a few years after the opening of the Suez Canal, it colonized the whole Eastern Mediterranean with some localities in the central areas too, probably due both to natural dispersal and human transport (Zenetos et al., 2004). The first specimen (66 mm in maximum diameter) recorded from the Italian shores, at Lampedusa Island, was misidentified as *Margaritana margaritifera* by Parenzan (1961). In the following years, several papers confirmed the presence of this species at Lampedusa: five living specimens were reported from 40 m of depth on a detritic and detritic-muddy bottom byssed on *Arca noae*, barnacles and on conspecific specimens (Bombace, 1966, 1967), two live specimens were reported byssed on *Cystoseira* sp. at 50 cm of depth respectively from Cala Croce and Guitcia (Paccagnella, 1967; Bombace, 1967), several live, dead specimens and loose valves were reported from various localities at Lampedusa (Spada, 1969; Spada et al., 1973), five live specimens and several valves at 25 m of depth (Di Natale, 1982) and three juveniles as epibiont on a carapace of a loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Oliverio et al., 1992). Living and dead specimens of *P. radiata* were also reported from Pantelleria Island (Garavelli & Melone, 1967a; Sabelli, 1969), Syracuse (Paccagnella, 1967; Bombace, 1967; Gaglini, 1994), and Palermo (Bombace, 1967; Ricordi, 1993). Di Natale (1982) reported also 3 live specimens and loose valves

at 40-45 m of depth at Lipari and one living specimen at 3 m of depth from Acitrezza and Di Geronimo (1971) reported it from the Catania Harbour.
This alien species is considered as "frequent" along the whole Sicilian shores by Zenetos et al. (2004). Regarding Italian distribution, out of the Sicilian shores, dead complete specimens were found at 7 m of depth on a rocky bottom covered by algae at Alassio (Isola Gallinara, Liguria) (Garavelli & Melone, 1967b) and on an oil platform from the Sicily Channel in reparation in Trieste (North Adriatic) (Vio & De Min, 1996; De Min & Vio, 1998; Vio & De Min, 1999). In the Gulf of Trieste the species has been never recorded again (Vio, pers. comm.) and further researches in the area seem to confirm that it did not survive (Crocetta, pers. obs.). However, recently, two juvenile specimens (less than 3 mm in shell length) from 59 m in the Croatian waters were identified as *Pinctada radiata* by Doğan & Nerlović (2008). This record is probably not related with the previous finding in the Gulf of Trieste (Vio & Min, 1996).
Pinctada radiata is listed for sectors 3, 4, 5 and 9 (Schiaparelli, 2006). The species should be added to sector 6 (Di Geronimo, 1971) and excluded from sector 9 (present paper). The record from sector 1 (Garavelli & Melone, 1967b) was not confirmed by living specimens, while no data are known from a record in sector 2, not located along the Italian shores (Boudouresque, 1999).

Fulvia fragilis (Forskål, 1775)

Material

Reggio Calabria Airport (site 6) (¥ = 1): one living and one dead specimen (**Fig. 2R**).
Syracuse, La Plaia, mouth of the Anapo River: 30 living specimens beached or at 5-10 m of depth on sandy bottom (Crocetta & Rismondo, pers. obs.), present at least since 2007 (Corso, 2007).

Remarks

Fulvia fragilis (Forskål, 1775) was first recorded from Port Said (Moazzo, 1939) and in 1955 from Israel (Haifa Bay), where 3 specimens were found on gravel at 30 m (Barash & Danin, 1972). Its common occurrence along the Israelian coasts was confirmed by Ghisotti (1974) and Barash & Danin (1977). Then it rapidly spread through the whole Mediterranean Sea: records are from Turkey (Lindner, 1988; Enzenross et al., 1990; Niederhöfer et al., 1991; Engl, 1995; Buzzurro & Greppi, 1996; Öztürk & Poutiers, 2005; Çinar et al., 2006b), Tunisia (Passamonti, 1996) (Enzenroß & Enzenroß, 2001) (Ben Souissi et al., 2003), Greece (Vardala-Theodorou, 1999; Zenetos et al., 2005; Zenetos et al., 2007), Spain (Zenetos et al., 2004; Goud & Mifsud, 2009) and Malta (Goud & Mifsud, 2009).
More recently *Fulvia fragilis* was recorded from the Italian seas too, at Calambrone (Livorno), Castellaneta Marina (Taranto) and in several stations in the Gulf of Naples, from sea level to about 15 m, on sandy and muddy bottoms (Crocetta, 2005; Crocetta et al., 2008). It is found from a few meters to about 40 m on sandy, muddy and sandy-muddy bottoms, sometimes associated to phanerogams (Zenetos et al., 2004).
Fulvia fragilis is listed for sectors 2 and 3 (Schiaparelli, 2006). There are no records from sector 2, while the one from Calambrone (Crocetta, 2005) is located in sector 1. Although its presence in sector 3 is confirmed by the finding of several live and dead specimens (Crocetta et al., 2008), the record from sector 1 needs confirmation with living specimens. The species should be then listed for sectors 6 (Crocetta et al., 2008, present paper) and 4 (present work).

Discussion

Because of its central position in the Mediterranean, the Messina Strait area can be considered as an important ecological area for the settlement of the lessepsian species, when spreading from the Eastern to the Western Basin. It is worth remarking that it hosts other alien species of different groups (Golani et al., 2002; Galil et al., 2002), in addition to 9 shallow water molluscan species as herein reported.
Six molluscan species (*Cerithium scabridum*, *Haminoea cyanomarginata*, *Bursatella leachii*, *Brachidontes pharaonis*, *Pinctada radiata* and *Fulvia fragilis*) are surely of Indo-Pacific origin. They entered via the Suez Canal, though their progressive distribution in the Mediterranean Sea may be due to human transport (shipping, aquaculture). Regarding the three remaining species, different ways of introductions can be hypothesized.
The status of *Aplysia dactylomela* is unclear, since viable populations exist both in the Red Sea and in the Atlantic Ocean, but its Mediterranean distribution is limited to the eastern and central sectors, without records from the Western Mediterranean. Its introduction, however, could be due to human transport too, as proposed by Scuderi & Russo (2005). *Melibe viridis*, on the contrary, was listed as a lessepsian migrant by Cattaneo-Vietti (2006), but no records are known from the Red Sea (Dekker & Orlin, 2000), as also reported by Doneddu & Trainito (2008). *Syphonota geographica* has been recorded along the Italian shores since 1999, so its first Mediterranean record is situated in the investigated areas.
Haminoea cyanomarginata, *Bursatella leachii*, *Melibe viridis* and *Brachidontes pharaonis* were still known from the investigated area and the presence of three of them after several years from the last record bring evidences of their stability in the Messina Strait.
Bursatella leachii and *Melibe viridis* can be considered a definitively resident species in the opisthobranch fauna of the Messina Strait and the date of their first record along the investigated shores is also backdated. Both species were found together in three of the thirteen sites of investigations, with remarkable abundance in site 6 (Reggio Calabria Harbour). Their co-occurrence on vegetated soft bottoms was also documented by Carriglio et al. (2004) from the Gulf of Taranto.

Brachidontes pharaonis, on the contrary, was reported long time ago from a single site (Scilla) on the Calabrian shores of the Messina Strait (Di Natale, 1982). This species is herein recorded from two new sites. The dense populations known from Sicily are not present along the Calabrian shores, and in none of the investigated sites *Brachidontes pharaonis* forms monospecific clusters, sharing its life space mainly with *Mytilaster minimus* or with *Mytilus galloprovincialis*.

Haminoea cyanomarginata was until now only known from a single site (Crocetta & Vazzana, 2008: site 13 in the present work) and is here reported from two additional nearby localities. The species is stable in the area between Lazzaro and Saline Joniche and new records could be expected from the Eastern Sicilian shores and the Ionian Sea.

Syphonota geographica is definitively confirmed in the Italian seas, while *Cerithium scabridum*, *Aplysia dactylomela*, *Pinctada radiata* and *Fulvia fragilis* are new from the area.

The presence of *Syphonota geographica* is documented for Greece (Mollo et al., 2008) and Turkey (Yokes & Rudman, 2004), while its presence along the Italian shores was recently rejected (Cattaneo-Vietti, 2006). This species actually occurs as stable populations along the Italian shores from 1999 to 2005 (Neto, pers. obs.) and from 2007 to 2008 (present work), as also confirmed by the findings of egg-masses. In the investigated area, *Syphonota geographica* was only found in sites 5 and 6, where it is closely associated with *Halophila stipulacea*, as also observed by Mollo et al. (2008). Its presence along the Sicilian shores of the Messina Strait is highly probable, but it needs a confirmation. *Halophila stipulacea* was recently recorded from Salerno, Campania (Gambi et al., 2008), and this could be an interesting study area for the possible occurrence of *S. geographica*.

The presence of *Cerithium scabridum* and *Pinctada radiata* in the area is not surprising, as the species are widely present in the eastern Sicily. Considering the high probable presence of a population of *Cerithium scabridum* situated in Vibo Valentia Harbour (Crocetta et al., 2008), our records from Saline Joniche Harbour (site 12) and Gizzeria harbour (Cosenza) suggest that the species is forming new populations along the Tyrrhenian Calabrian shores, mainly in the vicinity of or inside touristic harbours, following the pattern of secondary spread of already established species reported by Savini et al. (2006a; 2006b). It is worth remarking that also the recent record from the southern Apulia (Albano & Trono, 2008) is from an harbour area.

Pinctada radiata is one of the first alien Mediterranean species, so its common presence from Reggio Calabria to Saline Joniche, as well as the finding of a very high number of adult and juveniles specimens in site 11, can be considered normal. Its impact along the Calabrian shores of the Messina Strait has to be backdated to 1995, when a high number of specimens were noted from Lazzaro to Capo dell'Armi (Vazzana, pers. obs.). Even though the species is highly polymorphic in external and internal shell characters and remarkable differences can be noted between adults and juveniles, we think that all the specimens found in the investigated area are *Pinctada radiata*. A closely similar species, *Pinctada margaritifera*, is reported in LA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA (Schiaparelli, 2006) following Zenetos et al. (2004), but not in the older Italian checklist (www.faunaitalia.it) and in CLEMAM. It was added in the new check-list according to a project, described by Bellet (1899), about the introduction of 10,000 specimens of *P. margaritifera* in the area of Bova Marina (southern Calabria), but there are no traces of its realization. Further, no species of *Pinctada* was reported before the early 1960's from the Italian seas. It is worth remarking that *P. margaritifera* is a macro-species, which can live also in very shallow waters: its occurrence in the Italian seas since the beginning of the XX century would have been easily noted. Thus, *Pinctada margaritifera* should be exluded from the list of species living in the Italian waters.

The last two species recorded in the investigated area are two of the last Italian alien arrivals: *Aplysia dactylomela* and *Fulvia fragilis*.

Aplysia dactylomela is locally common along the Sicilian shores of the Messina Strait (Crocetta & Colamonaco, 2008). The finding of 4 specimens along the Calabrian shores may suggest that the species is trying to form new and stable populations, as proposed by Oliverio & Chemello (1996). Thus, it can be expected that in the next years the species will colonize the southern Tyrrhenian Sea. Similar considerations can be commented for *Fulvia fragilis*, so far known only from the peninsular Tyrrhenian shores and Gulf of Taranto. The finding of two specimens (one of which living) in the investigated area points to an ongoing diffusion due to natural dispersal, as large populations of this species are present at Syracuse, La Plaia (Crocetta & Rismondo, pers. obs.) and in Malta (Goud & Mifsud, 2009).

Acknowledgements

We are grateful to Emanuela Balasso, Renato Chemello, Gianni Neto, Alberto Piras, Gianfranco Scotti, Danilo Scuderi, Egidio Trainito, Guido Villani, Diego Poloniato and Ennio Vio for sharing with us their records on several alien species, to Stefania Rismondo for help during field researches along Calabrian and Sicilian shores, to Carlo Nike Bianchi and Giulio Relini for the permission to use the Italian biogeographic areas map. Argyro Zenetos (Anavissos), an anonymous reviewer and Rafael La Perna are acknowledged for their critical comments and suggestions.

References

Albano P.G. & Trono D., 2008. Record of the alien species *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Gastropoda: Cerithiidae) from Otranto, southern Adriatic Sea. *Bollettino Malacologico*, **44** (1-4): 1-4.

Arcidiacono A. & Di Geronimo I., 1976. Studio biometrico di alcuni campioni di *Brachidontes variabilis* (KRAUSS). *Conchiglie*, **12** (3-4): 61-74.

Barash A. & Danin Z., 1971. Opisthobranchia from the Mediterranean waters of Israel. *Israel Journal of Zoology*, **20**: 151-200.

Barash A. & Danin Z., 1972. The Indo-Pacific species of mollusca in the Mediterranean and notes on a collection from the Suez Canal. *Israel Journal of Zoology*, **21** (3-4): 301-374.

Barash A. & Danin Z., 1986. Further additions to the knowledge of Indo-Pacific Mollusca in the Mediterranean Sea. *Spixiana*, **9** (2): 117-141.

Barash A. & Zenziper Z., 1980. Egg masses of Mollusca from Mediterranean waters of Israel and notes on reproduction of the freshwater species *Theodoxus jordani* and *Melanoides tubercolata*. *The Veliger*, **22** (4): 299-315.

Barash Al. & Danin Z., 1977. Additions to the knowledge of Indo-Pacific Mollusca in the Mediterranean. *Conchiglie*, **13** (5-6): 85-116.

Bebbington A., 1970. Aplysiid species from Malta with notes on the Mediterranean Aplysiomorpha. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, **38**: 25-46.

Bebbington A., 1974. Aplysiid species from East Africa with notes on the Indian Ocean Aplysiomorpha (Gastropoda: Opisthobranchia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **54**: 63-99.

Bellet D., 1899. La culture des huîtres perlières en Italie. *La Nature*, **27** (1355): 375.

Bello G., 1982. Su alcuni ritrovamenti di *Bursatella leachii savignyana* (Audouin) (Opisthobranchia, Aplysiidae) presso le coste italiane. *Bollettino Malacologico*, **18** (7-8): 175-176.

Ben Souissi J., Rezig M. & Zaouali J., 2003. Appearance of invasive species in Southern Lake of Tunis. *Coastal Environment*, **2**: 911-922.

Bianchi C.N., 2004. Proposta di suddivisione dei mari italiani in settori biogeografici. *Notiziario della Società Italiana di Biologia Marina*, **46**: 57-59.

Bianchi C.N., 2007. Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **580**: 7-21.

Bombace G., 1966. La redazione scientifica risponde. Pareri, ritrovamenti ed altro. *Conchiglie*, **2** (4-5): 30-31.

Bombace G., 1967. Sul rinvenimento di alcuni esemplari di *Pinctada radiata* (Leach) nelle acque del Canale di Sicilia (Mollusca, Bivalvia). *Natura*, **58** (4): 298-304.

Borg J.A., Evans J. & Schembri P.J., 2009. Occurrence of the alien nudibranch *Melibe viridis* (Kelaart, 1858) (Opisthobranchia, Tethydidae), in the Maltese Islands. *Mediterranean Marine Science*, **10** (1), in press.

Boudouresque C.F. & Verlaque M., 2002. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin*, **44** (1): 32-38.

Boudouresque C.F., 1999. The Red Sea - Mediterranean link: unwanted effects of canals. In: Sandlund O.T., Schei P.J., Viken A. (eds.). *Invasive Species and Biodiversity Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 213-228.

Burn R., 2006. A checklist and bibliography of the Opisthobranchia (Mollusca: Gastropoda) of Victoria and the Bass Strait area, south-eastern Australia. *Museum Victoria Science Reports*, **10**: 1-42.

Buzzurro G. & Greppi E., 1996. The Lessepsian molluscs of Tasuçu (South-East Turkey). *La Conchiglia*, **28** (279, supplement): 3-22.

Buzzurro G. & Greppi E., 1997. Note e considerazioni sui molluschi di Cipro con particolare riguardo alle specie alloctone. *La Conchiglia*, **29** (283): 21-31.

Cachia C., Mifsud C. & Sammut P.M., 2004. The marine Mollusca of the Maltese Islands. Part four. The classes: Caudofoveata, Solenogastres, Bivalvia, Scaphopoda & Cephalopoda. Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers, 270 pp.

Carriglio D., Fanelli G. & Rubino F., 2004. First record of the alien gastropod *Melibe fimbriata* (Opisthobranchia: Tethyidae) in the Taranto seas (Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **84**: 1067-1068.

Catalano E., Parrinello N. & De Leo G., 1978. Nuovi dati sulla penetrazione nel Mar Mediterraneo di *Bursatella leachi savignyana* Audouin, 1826 (Gastropoda Opistobranchia). Ritrovamento nel Golfo di Palermo. *Memorie di Biologia Marina ed Oceanografia*, **8** (5): 123-128.

Cattaneo-Vietti R., 2006. Opisthobranchia. Gastropoda Opisthobranchia. La checklist della fauna marina Italiana - http://www.sibm.it/CHECKLIST/principalechecklistfauna.htm.

Cattaneo-Vietti R., Chemello R. & Giannuzzi-Savelli R., 1990. *Atlas of Mediterranean Nudibranchs*. La Conchiglia, Roma, 264 pp.

Cecalupo A. & Quadri P., 1996. Contributo alla conoscenza malacologica per il nord dell'Isola di Cipro (Terza e ultima parte). *Bollettino Malacologico*, **31** (5-8): 95-118.

Cesari P., 1994. *I Molluschi della Laguna di Venezia*. Arsenale Editrice: 1-190.

Cesari P., Mizzan L., Motta E., 1986. Rinvenimento di *Bursatella leachi leachi* Blainville, 1817 in Laguna di Venezia. Prima segnalazione adriatica (Gastropoda, Opisthobranchia). *Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali*, **11**: 5-16.

Chemello R. & Oliverio M., 1996. Lessepsian migrations: a theoretical "island-jumping" model. *Biologia Marina Mediterranea*, **3** (1): 444-446.

Çinar M.E., Bilecenoglu M., Öztürk B. & Can A., 2006. New records of alien species on the Levantine coast of Turkey. *Aquatic Invasions*, **1** (2): 84-90.

Çinar M.E., Katagan T., Öztürk B., Egemen Ö., Ergen Z., Kocatas A., Önen M., Kirkim. F., Bakir K., Kurt G., Dagli E., Kaymakçi A., Açik S., Dogan A. & Özcan T., 2006. Temporal changes of soft-bottom zoobenthic communities in and around Alsancak Harbor (Izmir Bay, Aegean Sea), with special attention to the autoecology of exotic species. *Marine Ecology*, **27**: 229-246.

Corso A., 28/09/2007. http://www.naturamediterraneo.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=34688.

Costa F., Costa M., Salpietro L., Turano F., 2002. *Enciclopedia illustrata degli invertebrati marini*. Arbitrio Editore: 1-239.

Crocetta F. & Colamonaco G., 2008. *Percnon gibbesi* (Crustacea: Decapoda) and *Aplysia dactylomela* (Mollusca: Gastropoda) in the Taranto Gulf (Italy, Ionian Sea): new populations incoming. *Journal of Marine Biological Association of UK2. Biodiversity Records*: 1-4.

Crocetta F. & Vazzana A., 2008. First record of *Haminoea cyanomarginata* (Gastropoda: Haminoeidae) in the Italian Seas. *Journal of Marine Biological Association of UK2. Biodiversity Records*: 1-3.

Crocetta F., 2005. Prime segnalazioni di *Fulvia fragilis* (Forskål in Niebuhr, 1775) (Mollusca: Bivalvia: Cardiidae) per i mari italiani. *Bollettino Malacologico*, **41** (5-8): 23-24.

Crocetta F., Renda W. & Colamonaco G., 2008. New distributional and ecological data of some marine alien molluscs along the southern Italian coasts. *Journal of Marine Biological Association of UK2. Biodiversity Records*: 1-7.

d'Orbigny A., 1839. Mollusques, echinodermes, foraminiferes et polypiers, recueillis aux Iles Canaries. [In] Webb P.B. &

Berthelot S., 1835-50. *Histoire naturelle des Iles Canaries*, Paris, **2** (2) Zoologie: 37-45.

Daskos A. & Zenetos A., 2007. Additions to the knowledge of alien Opisthobranchia of Greece. *Aquatic Invasions*, **2** (3): 258-260.

De Min R. & Vio E., 1998. Molluschi esotici nell'Alto Adriatico. *Annales*, **13** (compendio): 43-54.

Dekker H. & Orlin Z., 2000. Check-list of Red Sea Mollusca. *Spirula*, **47** (supplement): 1-46.

Despalatović M., Antolić B., Grubelić I. & Žuljević A., 2002. First record of the IndoPacific gastropod *Melibe fimbriata* in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **82** (5): 923-924.

Di Geronimo I., 1971. Molluschi rari o nuovi per le coste orientali della Sicilia. *Conchiglie*, **7** (5-6): 61-72.

Di Geronimo I., 1971. Prima segnalazione sulle coste italiane di *Brachidontes variabilis* Krauss. *Bollettino delle sedute della Accademia Gioenia di Scienze Naturali in Catania*, **10** (10): 847-852.

Di Natale A., 1978. Note sur la présence et la répartition de *Cerithium scabridum* Philippi, 1849 (Mollusca, Gastropoda) sur les côtes siciliennes. *Bulletin de l'Office National des pêches de Tunisie*, **2**: 193-198.

Di Natale A., 1982. Extra-Mediterranean species of Mollusca along the Southern Italian Coasts.h *Malacologia*, **22** (1-2): 571-580.

Doğan A. & Nerlović V., 2008. On the occurrence of *Pinctada radiata* (Mollusca: Bivalvia: Pteriidae), an alien species in Croatian waters. *Acta Adriatica*, **49** (2): 155-158.

Doğan A., Önen M., Öztürk B., 2007. A new record of the invasive Red Sea mussel *Brachidontes pharaonis* (Fischer P., 1870) (Bivalvia: Mytilidae) from the Turkish coasts. *Aquatic Invasions*, **2** (4): 461-463.

Doneddu M. & Trainito E., 2008. *Melibe viridis* (Kelaart, 1858) (Opisthobranchia: Tethydidae): prima segnalazione per il Tirreno. *Bollettino Malacologico*, **44** (1-4): 45-47.

Eales N.B. & Engel H., 1935. The genus *Bursatella* de Blainville. *Proceedings of the Malacological Society*, **21**: 279-303.

Eales N.B., 1970. On the migration of Tectibranch molluscs from the Red Sea to the Eastern Mediterranean. *Proceedings of the Malacological Society of London*, **39**: 217-220.

Engl W., 1995. Specie prevalentemente lessepsiane attestate lungo le coste turche. *Bollettino Malacologico*, **31** (1-4): 43-50.

Enzenross L. & Enzenross R., 2001. Untersuchungen über das Vorkommen mariner Mollusken in tunesischen Gewässern. *Schriften für Malakozoologie*, **17**: 45-62.

Enzenross L., Enzenross R. & Niederhöfer H.J., 1990. Wissenschaftlich interessante Funde aus der Sammlung Enzenross (marine Invertebraten). *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg*, **145**: 283-294.

Fasulo G., Perna E. & Toscano F., 1984. Prima segnalazione di *Bursatella leachii savignyana* Audouin, 1826 per il Golfo di Napoli. *Bollettino Malacologico*, **20** (5-8): 161-163.

Fredj G. & Giaccone G., 1987. Bionomie des fonds à Laminaires du Détroit de Messine. *Documents et Travaux IGAL*, **11**: 237-238.

Fuchs Th., 1878. Die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez. *Denkschriften der Kaiserkichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*, **38**: 25.

Gaglini A., 1994. Qualcosa di antico, qualcosa di nuovo: brevi considerazioni su *Rissoa scillae*, *Rissoa sciutiana*, *Nesis prima*, *Chauvetia candidissima*, *Pinctada radiata*. *Bollettino Malacologico*, **30** (1-4): 67-72.

Galil B., Froglia C. & Noël P., 2002. *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 2 Crustaceans decapods and stomatopods*. F. Briand, Ed., CIESM Publishers, Monaco, 192 pp.

Galil B.S., 2007. Loss or gain? Invasive aliens and biodiversity in the Mediterranean Sea, in: Occhipinti-Ambrogi, A.; Sheppard, C. (Ed.) (2007). *Marine bioinvasions: a collection of reviews. Marine Pollution Bulletin*, **55** (Spec. Issue 7-9): 314-322.

Gambi M.C., Barbieri F. & Bianchi C.N., 2008. New record of the alien seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the western Mediterranean: a further clue to changing Mediterranean Sea biogeography. *Journal of Marine Biological Association of UK2. Biodiversity Records*: 1-7.

Garavelli C.L. & Melone N., 1967. Ritrovamenti malacologici nel Mediterraneo. *Conchiglie*, **3** (9-10): 132-148.

Garavelli C.L. & Melone N., 1967. Ritrovamenti malacologici nel Mediterraneo. Seconda parte. *Conchiglie*, **3** (11-12): 184-192.

Garilli V. & Caruso T., 2004. Records of *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Caenogastropoda, Cerithiidae) from North-western Sicily. *Bollettino Malacologico*, **39** (9-12): 157-160.

Ghisotti F., 1974. Recente penetrazione in Mediterraneo di molluschi marini di provenienza indo-pacifica. *Quaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano*, **5**: 7-22.

Giaccone G., 1987. Les Algues rouges calcaires du seuil du Détroit de Messine. *Documents et Travaux IGAL*, **11**: 239-241.

Giacobbe S. & Leonardi M., 1987. Les fonds à *Pinna* du Détroit de Messine. *Documents et Travaux IGAL*, **11**: 253-254.

Gianguzza P., Chemello R. & Riggio S., 1998. Segnalazione di *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870) (Bivalvia, Mytilidae) nella salina di Marsala e considerazioni sulla distribuzione della specie in Mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, **33** (9-12): 169-172.

Gianguzza P., Chemello R. & Riggio S., 2001. Composizione e struttura della malacofauna di una salina della Sicilia occidentale. *Bollettino Malacologico*, **36** (9-12): 201-207.

Gianguzza P., Chemello R., Cicciari A., Riggio S., 1997. Struttura del popolamento a molluschi della vasca di fredda di una salina marsalese. *Biologia Marina Mediterranea*, **4** (1): 396-398.

Gianguzza P., Sarà G., Chemello R., Riggio S., 1998. Note su una popolazione a *Brachidontes pharaonis* (Fischer P.) (Bivalvia, Mytilidae) in una Salina marsalese. *Biologia Marina Mediterranea*, **5** (1): 561-562.

Gofas S. & Zenetos A., 2003. Exotic molluscs in the Mediterranean basin: current status and perspectives. *Oceanography and Marine Biology: An annual Review*, **41**: 237-277.

Golani D., Orsi-Relini R., Massuti E. & Quignard G.P., 2002. *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 1 Fishes*. F. Briand, Ed., CIESM Publishers, Monaco, pp. 1-256.

Gosliner T.M. & Smith V.G., 2003. Systematic review and phylogenetic analysis of the nudibranch genus *Melibe* (Opisthobranchia: Dendronotacea) with descriptions of three new species. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, **54** (9-21): 302-355.

Goud J. & Mifsud C., 2009. *Fulvia fragilis* (Forskål in Niebuhr, 1775) (BIVALVIA: CARDIIDAE), an alien species new to the Maltese malacofauna. *Aquatic Invasions*, in press.

Gruvel A. & Moazzo G., 1931. Contribution à la Faune Malacologique marine des côtes Libano-Syriennes. In *Les états de Syrie. Richesses marines et fluviales* (ed A. Gruvel, Paris: Société des Editions Géographiques, Maritimes et Coloniales), pp. 437-453.

Guerrieri S. & Neto G., 2007. *Mare "vostrum"*. Pacini Editore: 196 pp.

Haas G., 1937. Mollusca Marina. In *F.S. Bodenheimer Prodromus*

Faunae Palaestinae. Memoires de l'Institut d'Egypte, pp. 275-280.

ICRAM, 2006. Identificazione e distribuzione, nei mari italiani ed in Mediterraneo, di specie non indigene (ASPIM 2). http://www.sidimar.tutelamare.it/index.jsp.

JAKLIN A. & VIO E., 1989. *Bursatella leachii* (Gastropoda, Opistobranchia) in the Adriatic Sea. *Journal of Molluscan Studies*, **55**: 419-420.

KAZAK M. & CAVAS L., 2007. On the occurrence of *Bursatella leachii* de Blainville, 1817 in Izmir Bay, Turkey. *Mediterranean Marine Science*, **8** (2): 87-90.

KINZELBACH R., 1985. Lesseps'sche Wanderung: neue stationen von Muscheln (Bivalvia: Anisomyaria). *Archiv für Molluskenkunde*, **115** (4-6): 273-278.

KOUTSOUBAS D. & CINELLI F., 1997. Indo-Pacific origin gastropod species in the Aegean Sea. *Melibe fimbriata* Alder & Hancock, 1864 a new invader. *Bollettino Malacologico*, **32** (1-4): 1-6.

LINDNER G., 1988. *Laevicardium* (*Fulvia*) *papyraceum* (Bruguière, 1788) von der südtürkischen Mittelmeerküste (Leg. Der Familie Schmidt, Feldkirchen). *Club Conchylia Informationen*, **20** (1-2): 35-37.

LORENTI M., DAPPIANO M. & GAMBI M.C., 2008. Occurrence and ecology of *Mesanthura* (Crustacea: Isopoda: Anthuridea) in two Italian harbours. *JMBA2 - Biodiversity Records*: 1-6.

MARCUS EV. & MARCUS ER., 1967. American Opisthobranch Mollusks. *Studies in Tropical Oceanography*, **6**: 1-256.

MASTROTOTARO F., PANETTA P. & D'ONGHIA G., 2004. Further records of *Melibe viridis* (Mollusca, Nudibranchia) in the Mediterranean Sea, with observations on the spawning. *Vie et Milieu*, **54** (4): 251-253.

MERELLA P., PORCHEDDU A., CASU S., 1994. La malacofauna della riserva naturale di Scandola (Corsica Nord-occidentale). *Bollettino Malacologico*, **30** (5-9): 111-128.

MIFSUD C. & SAMMUT P., 2006. *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Gastropoda: Cerithiidae), a new invader to the Maltese Islands. *Novapex*, **7** (4): 115-116.

MIFSUD C., 2007. *Haminoea cyanomarginata* Heller & Thompson, 1983 (Gastropoda: Haminoeidae), a new invader for the Maltese Islands. *Novapex*, **8** (1): 29-30.

MIZZAN L. & VIANELLO C., 2009. *Bursatella leachi* - segnalazione di specie esotica infrequente nella laguna di Venezia. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, **59**: 170.

MIZZAN L., 1999. Le specie alloctone del macrozoobenthos della Laguna di Venezia: il punto della situazione. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, **49**: 145-177.

MOAZZO P.G., 1939. Mollusques testacés marins du Canal de Suez. *Mémoires de l'Institut d'Egypte*, **38**: 1-283.

MOJETTA A., 1998. Arriva dal Mar Rosso un nuovo nudibranco. *Aqua*, **133**: 19-20.

MOLLO E., GAVAGNIN M., CARBONE M., CASTELLUCCIO F., POZONE F., ROUSSIS V., TEMPLADO J., GHISELIN M.T. & CIMINO G., 2008. Factors promoting marine invasions: a chemoecological approach. *Proceedings of the National Academy of Science*, **105** (12): 4582-4586.

MOOSLEITNER H., 1986. Note on the occurrence of *Melibe* sp. (?) in the Mediterranean (Opisthobranchia: Fimbriidae). *La Conchiglia*, **18** (202-203): 20.

NETO G., 2003. Una lepre speciale. *Sub*, **213**: 12-14.

NETO G., 2006. Una lepre venuta da lontano. *Sub*, **254**: 18-21.

NIEDERHÖFER H.J., ENZENROSS L. & ENZENROSS R., 1991. Neue Erkenntnisse über die Ausbreitung von "Lesseps'schen Einwanderern" (Mollusca) an der türkischen Mittelmeerküste. *Club Conchylia Informationen*, **33** (3-4): 94-108.

OCCHIPINTI-AMBROGI A. & SAVINI D., 2003. Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, **46** (5): 542-551.

OCCHIPINTI-AMBROGI A., 2007. Global change and marine communities: alien species and climate change. *Marine Pollution Bulletin*, **55**: 342-352.

O'DONOGHUE C.H. & WHITE K.M., 1940. A collection of marine molluscs, mainly opisthobranchs, from Palestina. *Proceedings of the Malacological Society of London*, **24**: 92-96.

OLITA A., 2006. *Bursatella leachi* de Blainville, 1817 (Mollusca: Opisthobranchia: Aplysiomorpha) nel Golfo di Cagliari: prime segnalazioni per i mari circostanti la Sardegna. *Bollettino Malacologico*, **42** (9-12): 115-117.

OLIVER J.A. & TERRASA J., 2004. Primera cita de *Bursatella leachi* (de Blainville, 1817) (Mollusca, Opisthobranchia) a Mallorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, **47**: 37-42.

OLIVERIO M., GEROSA G. & COCCO M., 1992. First record of *Pinctada radiata* (Bivalvia, Pteriidae) epibiont on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Chelonia, Cheloniidae). *Bollettino Malacologico*, **28** (5-12): 149-152.

ORTEA J.A., MORO L., BACALLADO J.J. & HERRERA R., 2001. Catálogo actualizado de los Moluscos Opistobranquios de las Islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, **12** (3-4): 105-136.

ÖZTÜRK B. & POUTIERS J.M., 2005. *Fulvia fragilis* (Bivalvia: Cardiidae): a lessepsian mollusc species from Izmir Bay (Aegean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **85**: 351-356.

PACCAGNELLA W., 1967. Conchiglie del Mar di Sicilia. *Conchiglie*, **3** (11-12): 169-183.

PALAZZI S. & BOCCOLINI M., 1980. Ritrovamento nel Golfo di Taranto di *Bursatella leachi* DE BLAINVILLE, 1817 (Gastropoda, Aplysiomorpha). *Thalassia Salentina*, **10**: 133-134.

PANETTA P., 1976. Molluschi raccolti nella zona compresa tra Punta Rondinella e Chiatona (Golfo di Taranto) interessata dagli scarichi industriali dell'Italsider - Campagna 1975. *Oebalia*, **2** (1): 131-151.

PANETTA P., 1977. I molluschi del litorale tra Chiatona e Punta Rondinella (Taranto). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **118** (2): 258-264.

PANETTA P., 1981 - I Molluschi del Mar Grande di Taranto (campagna XI - 1977). *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca di Ancona*, **3** (supplemento 1): 577-586.

PARENZAN P., 1961. Contributo allo studio dei Molluschi marini di Lampedusa. *Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli*, **70**: 21-29.

PARRINELLO N. & CATALANO E., 1978. Ritrovamento di *Bursatella leachi leachi* De Blainville, 1817, (Gastropoda Tettibranchia) nel Golfo di Palermo. *Memorie di Biologia Marina ed Oceanografia*, **8** (5): 105-113.

PASSAMONTI M., 1996. Nuova segnalazione per le coste tunisine di *Papyridea papyracea* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Cardiidae). *Bollettino Malacologico*, **32** (5-8): 153-156.

PERRONE A., 1983. Opistobranchi (Aplysiomorpha, Pleurobrancomorpha, Sacoglossa, Nudibranchia) del litorale salentino (Mar Jonio) (Elenco - Contributo primo). *Thalassia Salentina*, **13**: 118-144.

PIANI P., 1979. Segnalazione per le acque italiane di *Cerithium scabridum* (Philippi, 1849) (Gasteropoda, Cerithiacea). *Bollettino Malacologico*, **15** (5-6): 157-158.

PIANI P., 1980. Ritrovamento nelle acque della Sicilia orientale di *Bursatella leachii savignyana* (Audouin, 1826) (Opisthobranchia: Aplysiomorpha). *Bollettino Malacologico*, **16** (1-2): 5-8.

Ricordi P., 1993. Segnalazione di *Pinctada radiata* (Leach, 1814) per il Tirreno meridionale. *Notiziario SIM*, **11** (2): 41-42.

Rilov G., Benayahu Y. & Gasith A., 2004. Prolonged lag in population outbreak of an invasive mussel: a shifting-habitat model. *Biological Invasions*, **6**: 347-364.

Rinaldi A., 2007. Con la siccità migliora lo stato dell'Adriatico. *ARPARivista*, **4**: 40-41.

Rinaldi A., 2008. *Atlante della fauna e della flora nel sistema marino costiero dell'Emilia-Romagna*. Ed. La Mandragora: 408 pp.

Ruiz M.G., Carlton J.T., Grosholz E.D. & Hines A.H., 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *American Zoologist*, **37** (6): 621-632.

Russo G.F., 1985. Segnalazione di *Bursatella leachi* De Blainville, 1817 (Mollusca, Opisthobranchia, Aplysiomorpha) per le acque dell'isola d'Ischia e considerazioni sull'ecologia della specie. *Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli*, **94**: 243-253.

Russo G.F., Scuderi D., Di Stefano F., 2004. Il popolamento a molluschi di substrato duro dell'Isola Lachea (Area Marina Protetta "Isole Ciclopi", Catania). *Biologia Marina Mediterranea*, **11** (2): 473-477.

Sabelli B., 1969. Ritrovamenti malacologici a Pantelleria e nei banchi di pesca tunisini. *Conchiglie*, **5** (1-2): 3-12.

Sabelli B., 2006. "Famiglia Cerithiidae" in Oliverio M., 2006. Gastropoda Prosobranchia-Heterobranchia-Heterostropha. La checklist della fauna marina Italiana - http://www.sibm.it/CHECKLIST/principalechecklistfauna.htm.

Sarà G., Romano C. & Mazzola A., 2006. A new Lessepsian species in the western Mediterranean (*Brachidontes pharaonis* - Bivalvia: Mytilidae): density, resource allocation and biomass. *Journal of Marine Biological Association of UK2. Biodiversity Records*: 1-7.

Savini D., Marchini A., Forni G., Castellazzi M., 2006. Touristic harbours: a good hiding place for alien species. *Biologia Marina Mediterranea*, **13** (1): 760-763.

Savini D., Occhipinti-Ambrogi A., Minchin D., Floerl O., 2006. A concealed aspect of coastal water conservation: diffusion of alien species by recreational boating. *Biologia Marina Mediterranea*, **13** (1): 764-772.

Schembri P.J., 2008. Occurrence of the alien sea hare *Aplysia dactylomela* Rang, 1828 (Opistobranchia, Aplysiidae) in Malta. *Mediterranean Marine Science*, **9** (2): 113-116.

Schiaparelli S., 2006. Bivalvia. La checklist della fauna marina Italiana - http://www.sibm.it/CHECKLIST/principalechecklistfauna.htm.

Sciberras M. & Schembri P.J., 2007. A critical review of records of alien marine species from the Maltese Islands and surrounding waters (Central Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*, **8** (1): 41-66.

Scuderi D. & Russo G.F., 2003. Due nuovi gasteropodi per le acque italiane: *Melibe fimbriata* Alder & Hancock, 1864 e *Tricolia tingitana* Gofas, 1982 (Mollusca: Gastropoda). *Biologia Marina Mediterranea*, **10** (2): 618-621.

Scuderi D. & Russo G.F., 2005. Prima segnalazione di *Aplysia dactylomela* Rang, 1828 e probabile presenza di *Syphonota geographica* (Adams & Reeve, 1850) (Gastropoda: Opisthobranchia: Anaspidea) per le acque del Mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea*, **12** (1): 338-341.

Sirna Terranova M., Lo Brutto S., Arculeo M., Mitton J.B., 2006. Population structure of *Brachidontes pharaonis* (P. Fisher, 1870) (Bivalvia, Mytilidae) in the Mediterranean Sea, and evolution of a novel mtDNA polymorphism. *Marine Biology*, **150**: 89-101.

Spada G., 1969. Ritrovamenti malacologici nel Mare di Lampedusa. *Conchiglie*, **5** (1-2): 12-19.

Spada G., Sabelli B. & Morandi V., 1973. Contributo alla conoscenza della malacofauna marina dell'isola di Lampedusa. *Conchiglie*, **9** (3-4): 29-67.

Swennen C., 1961. On a collection of Opisthobranchia from Turkey. *Zoologische Mededelingen*, **38** (3): 41-75.

Tenekides N.S., 1989. *On a collection of shells from the Greek Seas*. Protopapa Press, Athens, 187 pp. (in Greek).

Thompson T.E. & Crampton D.M., 1984. Biology of *Melibe fimbriata*, a conspicuous opistobranch mollusc of the Indian Ocean, which has now invaded the Mediterranean Sea. *Journal of Molluscan Studies*, **50**: 113-121.

Tortorici R. & Panetta P., 1977. Notizie ecologiche su alcuni opistobranchi raccolti nel Golfo di Taranto (Gastropoda). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **118** (2): 249-257.

Trainito E., 2003. *Arlecchini mediterranei. Guida ai molluschi opistobranchi del Mediterraneo*. Ed. Taphros, Olbia (SS): 1-59.

Trainito E., 2005. *Nudibranchi del Mediterraneo. Guida ai molluschi opistobranchi*. Ed. Il Castello, Milano: 1-96.

Turano F. & Neto G., 2001. *Sott'acqua in Mediterraneo. Flora e fauna degli ambienti sommersi*. Ed. SSI Italia, 1-258.

Tursi A., Matarrese A., Piscitelli G., Gherardi M., 1981. Biocenosi del Mar Grande di Taranto. *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca di Ancona*, **3** (supplemento 1): 563-576.

Vaccarella R. & Pastorelli A.M., 1983. Estensione dell'areale di *Bursatella leachi savignyana* (Audouin) (Opisthobranchia, Aplysiidae) al basso Adriatico. *Thalassia Salentina*, **13**: 60-61.

Vaccarella R., 1986. Precisazioni sul ritrovamento di *Phyllidia pulitzeri* Pruvot-Fol e *Bursatella leachi savignyana* (Audouin) in Puglia. *Bollettino Malacologico*, **22** (1-4): 91-92.

Vardala-Theodorou E., 1999. The occurrence of the Indo-Pacific molluscan species *Fulvia fragilis* (Forsskal, 1775) and *Bulla ampulla* L., 1758 in Elefsis Bay. *Newsletter of the Hellenic Zoological Society*, February, Fasc. **31**: 10-11.

Vatova A., 1975. Ricerche qualitative e quantitative sulla fauna bentonica del Golfo di Taranto. *Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia*, **30** (1): 5-42.

Vio E. & De Min R., 1996. Contributo alla conoscenza dei Molluschi marini del Golfo di Trieste. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*, **47**: 173-233.

Vio E. & De Min R., 1999. Ritrovamenti malacologici nel Golfo di Trieste. *Hydrores Information*, **16** (17): 29-34.

Wirtz P., 1998. Twelve invertebrate and eight fish species new to the marine fauna of Madeira, and a discussion of the zoogeography of the area. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, **52**: 197-207.

Wirtz P., 1999. Opisthobranch molluscs from the archipelago of Madeira. *Vita Marina*, **46** (1-2): 1-18.

Yokes M.B. & Rudman W.B., 2004. Lessepsian Opisthobranch from southwestern coast of Turkey; five new records for Mediterranean. In *Proceedings of the 37th CIESM Congress, 7-11 July 2004, Barcelona. Rapport du 37e Congrès de la Commission Internationale Pour L'exploration Scientific de la Mer Méditerranée*, vol. 37 (ed. F. Briand et al.), pp. 557. Monaco: CIESM Publishers.

Yokes M.B., 2006. *Aplysia dactylomela*: an alien opisthobranch in the Mediterranean. *Journal of Marine Biological Association of UK2. Biodiversity Records*: 1-3.

Zanca M., 1976. Rinvenimento di esemplari di *Brachidontes variabilis* (Krauss, 1848) lungo la costa ionica della Calabria. *Conchiglie*, **12** (7-8): 161-162.

Zenetos A., Gofas S., Russo G. & Templado J., 2004. *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 3 Molluscs*. F. Briand, Ed., CIESM Publishers, Monaco, pp. 1-376.

Zenetos A., Koutsoubas D. & Vardala-Theodorou E., 2005. Origin and vectors of introduction of exotic molluscs in Greek waters. *Belgian Journal of Zoology*, **135** (2): 279-286.

Zenetos A., Ovalis P. & Kalogirou S., 2009. The missing link? *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 reaching South Aegean coasts, in the Mediterranean Sea. *Journal of Biological Research*, in press.

Zenetos A., Vassilopoulou V., Salomidi M. & Poursanidis D., 2007. Additions to the marine alien fauna of Greek waters (2007 update). *Journal of Marine Biological Association of UK2. Biodiversity Records*: 1-8.

Zupo V., Russo G.F. & Pintus M.G., 1990. La coltura in laboratorio di *Bursatella leachi* De Blainville, 1817 (Mollusca, Opisthobranchia, Aplysiomorpha): osservazioni sulle prime fasi di sviluppo ed esperienze di allevamento larvale. *Lavori S.I.M.*, **23**: 271-280.

Lavoro ricevuto il 9 febbraio 2009
Lavoro accettato il 30 aprile 2009

Boll. Malacol., 45: 31-44 (1/2009)

Osservazioni e aggiornamenti su alcune specie di scafopodi neogenici e quaternari del bacino mediterraneo

Erminio Caprotti

Via dei Colli 1, 22070
Guanzate (CO), Italia

Riassunto

In questo lavoro vengono considerati gli scafopodi neogenici e quaternari del bacino mediterraneo alla luce delle nuove evidenze emerse negli ultimi anni. Traendo spunto dal suo lavoro del 1979, l'Autore articola il presente studio in tre parti. Nella prima sono presi in considerazione i principali lavori riguardanti gli scafopodi fossili e viventi del Mediterraneo pubblicati negli ultimi 30 anni. Nella seconda parte vengono trattate sistematicamente alcune specie, in particolare *Antalis agile* (G. O. Sars, 1872 ex M. Sars ms), *Antalis mutabile* (Hörnes, 1856 ex Doderlein ms) e *Fissidentalium rectum* (Gmelin, 1791). Per quest'ultima specie, viene ricostruita la lunga e complessa storia sistematica attraverso lo studio di materiale originale e l'analisi critica della letteratura più antica. La terza parte è una *check list* delle specie neogenico-quaternarie del bacino mediterraneo, secondo le conoscenze sistematiche più recenti.

Abstract

The present work is an update of the knowledge on Neogene and Quaternary scaphopods from the Mediterranean basin, starting from an older work published in 1979. The first part is an overwiew of the main articles dealing with fossil and living Mediterranean scaphopods, published in the last 30 years. In the second part, some species are systematically treated and discussed, in particular *Antalis agile* (G. O. Sars, 1872 ex M. Sars ms), *Antalis mutabile* (Hörnes, 1856 ex Doderlein ms) and *Fissidentalium rectum* (Gmelin, 1791). For the last species, the long, complex systematic history is reconstructed basing on original material and critical analysis of the early literature. The third part presents a check list of the Neogene-Quaternary Mediterranean scaphopods, according to the most recent taxonomic views.

Introduzione

Nel 1979 cercai di proporre una silloge che fosse di guida agli studiosi di scafopodi, cercando di fare il punto sulle conoscenze sull'argomento. Ora, trascorsi trent'anni e considerate le varie pubblicazioni apparse in materia, desidero fare alcuni necessari aggiornamenti sistematici ed approfondimenti su alcune specie.

Allora, era stata seguita la nomenclatura di Emerson (1962), che era quella più seguita dai paleontologi, tralasciando le nuove evidenze apparse fra il 1962 ed il 1979, anche sulla scia di quanto osservava lo stesso Emerson (1978: p. 118), e cioè che le nuove proposte di classificazione devono essere confermate con ulteriori studi: "*Unfortunately, much more information on the soft anatomy and the radular characters will be required in order to establish the biological and typological validity of many of the familial and generic units proposed by these workers*". Alcuni lavori successivi hanno l'indubbio pregio di fornire dati su radule e parti molli, rivoluzionando le precedenti classificazioni. In particolare, degni di nota sono i lavori di Chistikov (1981, 1982a, b, c, 1983), Scarabino (1995), Steiner (1999) e Steiner & Kabat (2001, 2004).

Questo lavoro si articola in tre parti: a) rassegna bibliografica, in cui sono elencati e brevemente commentati i principali lavori sugli scafopodi fossili ed attuali del Mediterraneo apparsi dopo il 1979; b) parte sistematica, con osservazioni su alcune specie; c) *check-list* delle specie del Neogene, Pleistocene ed attuali del Mediterraneo, secondo la classificazione di Steiner & Kabat (2001: tab. 1).

Rassegna bibliografica

Di Geronimo (1979). In questo lavoro viene segnalata la presenza di due specie di scafopodi nel Pleistocene della Sicilia: *Cadulus ovulum* (Philippi, 1844) e *Dentalium* cfr. *candidum* Jeffreys, 1877. Per la prima specie, si veda nella parte sistematica. Per la seconda, l'Autore ritiene che i frammenti ritrovati siano molto simili a *Dentalium candidum* ma la descrizione che ne dà (22-23 coste nella porzione mediana e circa 15 in quella iniziale) contrasta con quanto descritto a proposito della scultura in *D. candidum* da Pilsbry & Sharp (1897: p. 72-74), sia per la forma tipica che per la var. *meridionale* Pilsbry & Sharp: 44-48 costicine, tendenti a obliterarsi verso l'apertura (nella forma tipica) e 90 strie, che non si obliterano verso l'apertura (per la varietà). Sono stati esaminati alcuni esemplari dragati nel Golfo di Biscaglia, che confermano quanto sopra. I frammenti riportati da Di Geronimo (1979) potrebbero essere riferiti ad *Antalis panormum* Chenu, 1842, che possiede 11-14 costicine all'apice che aumentano da 10 a 20 in più verso l'apertura. Se confermata, questa sarebbe la prima segnalazione di *A. panormum* nel Pleistocene.

Moroni & Ruggieri (1980). In questo lavoro viene istituita la nuova specie *Cadulus (Gadila) seguenzianus* n. sp. Inoltre, è segnalato *Cadulus (Cadulus) parvulinus* Sacco, 1897, che gli Autori ritengono corrispondente all'ipotipo figurato come *Cadulus (C.) tumidosus* Jeffreys *parvulinus* Sacco da Caprotti (1979). Pavia (1991)

dissente dalla determinazione fornita sia da Caprotti che da Moroni & Ruggieri, e porta validi motivi per ritenere che queste due entità siano entrambi sinonimi di *Cadulus taurovulum* Sacco, 1897.

Moroni & Ruggieri (1981). In questo lavoro gli Autori dissertano sulla possibile riutilizzazione di *Cadulus cyathus* (De Cristofori & Jan, 1832), dopo la riscoperta del tipo (Pinna, 1971).

Gaglini (1984). L'Autrice conferma la presenza di *Cadulus subfusiformis* (M. Sars, 1865) e di *C. propinquus* G.O. Sars, 1878 nel Mediterraneo, mettendo in evidenza le differenze che distinguono gli esemplari mediterranei di queste specie da *Cadulus jeffreysi*.

Pavia in Ferrero Mortara et al. (1984). È un lavoro molto importante sulla catalogazione della collezione Bellardi & Sacco. Per gli scafopodi, vengono illustrati sintipi di *Cadulus taurovulus* Sacco, 1897, *Cadulus taurotumidosus* Sacco, 1897, *Cadulus tumidosus* var. *parvulina* Sacco, 1897, *Entalis taurostriata* Sacco, 1897, *Antalis miopseudodentalis* Sacco, 1897, l'ipotipo di *Fustiara incertula* Sacco, 1897, nonché esemplari di *Gadila gadus* var. *gracilina* Sacco, 1897, *Gadila gadus* var. *gadula* Sacco, 1897 e *Antalis fossile* var. *raricostata* Sacco, 1897.

Pavia (1991). In questo lavoro sugli scafopodi dei depositi messiniani di Borelli vengono istituiti *Laevidentalium depressum*, *Gadilina borelliana* e *Cadulus taurovulum saccoi*. L'autore dà validità specifica alla var. *gracilina* Sacco, 1897 di *Gadila gadus sensu* Sacco, 1897, alla var. *tauraspera* Sacco, 1897 di *Antale bouei sensu* Sacco, 1897 e mette in sinonimia di questa *Dentalium (Antalis) badense sensu* Caprotti, 1979. Per quanto riguarda le opinioni di Pavia (1991) su *Dentalium mutabile* Doderlein in Hörnes, 1856, su *Gadilina jani* Hörnes, 1856 e *Gadilina borelliana* Pavia, 1991, si rimanda alla parte sistematica.

Cavallo & Repetto (1992). Vengono elencate ed illustrate 9 specie di scafopodi pliocenici.

Ferrero & Merlino (1992). Fra i molti molluschi elencati, sono citate 4 specie di scafopodi per il Pliocene dell'area di Asti.

Della Bella & Tabanelli (1996). Considererei la specie descritta da questi Autori come *Entalina expolita* come un sinonimo di *E. tetragona*, in accordo con La Perna (1998).

Bernasconi (1996). Questo lavoro non si occupa di sistematica ma è uno dei pochissimi lavori in cui gli scafopodi fossili sono studiati dal punto di vista paleoecologico.

Steiner (1997). Vengono discusse le specie di scafopodi presenti lungo le coste spagnole, sia mediterranee che atlantiche, con importanti osservazioni su alcune specie trattate nel presente lavoro.

Di Geronimo & La Perna (1997). Il lavoro comprende due specie di scafopodi presenti nei depositi batiali pleistocenici: *Cadulus ovulum* (Philippi, 1844) e *Cadulus diploconus* Seguenza, 1876. Viene esclusa la presenza di *C. ovulum* nel Mediterraneo attuale.

La Perna (1998). È un importante lavoro sulle conchiglie larvali di tre specie di scafopodi.

Öztürk et al. (2004). In questo ampio lavoro sulla malacofauna cipriota vengono elencate 8 specie di scafopodi.

Repetto & La Croce (2004). In questo lavoro vengono segnalate 6 specie di scafopodi presenti nella formazione pliocenica delle "Argille di Lugagnano" di Montà d'Alba, fra cui una specie dubitativamente determinata come *Episiphon filum* (Sowerby G.B. H., 1860).

Cretella et al. (2004). Si tratta di un importante lavoro di revisione dei tipi delle specie descritte da Arcangelo Scacchi tra le quali *Dentalium olivi* Scacchi 1835, il cui lectotipo proveniene dal Pliocene di Gravina in Puglia.

Coppini et al. (2005). Vengono elencate 5 specie di scafopodi, delle quali *Fustiaria rubescens* viene segnalata per la prima volta per la costa livornese. Non è comunque una specie rara sul litorale toscano, poiché, alcuni anni fa, ne raccolsi alcuni esemplari sulla spiaggia della Giannella (Orbetello, Grosseto).

Cuneo et al. (2006). Vengono elencate 5 specie di scafopodi presenti nelle acque al largo di Livorno, con osservazioni sulla loro distribuzione. *Episiphon filum* e *Fustiaria rubescens* vengono messe a confronto per evidenziarne le differenze.

Trono (2006). Viene data una *check-list* aggiornata sui molluschi conchigliati delle coste salentine, fra le quali 5 specie di scafopodi. Stranamente, non è stato preso in considerazione il mio modestissimo lavoro sugli scafopodi dello Ionio (Caprotti, 1967), scritto su richiesta del Prof. Parenzan, fondatore della Stazione di Biologia marina di Porto Cesareo, e che ha il romantico pregio di essere uno dei primissimi lavori sulla malacofauna del Salento.

Sistematica

Gadilina triquetra (Brocchi, 1814)

Dentalium triquetrum Brocchi, 1814: p. 628.

Nel 1979 segnalai la presenza di questa specie nel Miocene *fide* Sacco (1897). Pavia (1991: p. 130) risolve questa mia incertezza, segnalando questa specie anche nel Messiniano di Borelli. Egli esamina anche la var. *taurogracilis* Sacco 1897 dal Langhiano del Monte dei Cappuccini, ritenendola una sottospecie col nome di *Gadilina triquetra taurogracilis* e dandone illustrazione del lectotipo. Il *taurogracilis* potrebbe, a mio avviso, avere dignità specifica per i seguenti motivi. Innanzitutto il carattere ancora non chiaramente definito della sezione del nicchio, ora triangolare ora chiaramente subtriangolare, che fa pensare a quello che affermava lo Hörnes, come più avanti discusso a proposito di *Omniglypta jani*, e cioè che *G. triquetra* è decisamente "*dreiseitig*" (a tre lati) e, in parte, "*dreieckig*" (a tre angoli), mentre noi vediamo questo *taurogracilis* come un antesignano della forma tipica del *triquetrum*, avendo quest'ultimo sezione ora triangolare, ma anche subtriangolare "*comprimé ovalement, les flancs sont parfois presque aplatis*" nel commento di Cossman & Peyrot (1917: p. 18). D'altronde

anche Sacco (1907: p. 114), a proposito di *Dentalium triquetrum* aveva scritto: "Alcuni individui dell'Elveziano torinese presentano appena accennata la forma triquetra". Mentre Rossi Ronchetti (1955: p. 341) descrivendo il tipo di Brocchi precisa: "con faccia dorsale piatta, raccordata ad angolo acuto sui due lati alla faccia ventrale angolosa". Ritengo perciò utile considerare *taurogracilis* come probabile antenato di *Gadilina triquetra*.

***Progadilina incertula* (Sacco, 1897)**

Fustiaria gadilina var. *incertula* Sacco, 1897: p. 113, tav. 10, fig. 34.

Pavia (1991: p. 129) ritiene che questo taxon rientri nell'ambito di variabilità di *Omniglypta jani*, ma alcune considerazioni sembrano contrastare questa tesi. La specie, infatti, si estingue probabilmente nel Miocene e le segnalazioni per il Piacenziano in Sacco (1897) vanno verificate (Caprotti, 1979: p. 242). Robba (1968), illustrando la malacofauna dello stratotipo del Tortoniano, non segnala questa specie, ma a Stazzano essa viene trovata in abbondanza (Caprotti, 1964).
Omiglypta incertula ha caratteri diversi da quelli di *O. jani*, in particolare il grado di curvatura. Se si escludessero le fasce anulari, essa ha la stessa morfologia generale di *Gadilina triquetra*, che, a sua volta, ha aspetto nettamente diverso da quello di *O. jani*. Sembra quindi ragionevole ritenere *P. incertula* come specie valida che si estingue nel Miocene.

***Episiphon filum* (Sowerby G.B. II., 1860)**

Dentalium (Episiphon) filum Sowerby G.B. II, 1860: p. 89, tav. 225, fig. 45.

Oltre alla considerazioni già espresse in precedenza (Caprotti, 1979), secondo le quali il materiale tipo di questa specie non è reperibile, che essa è stata segnalata solo in pubblicazioni anteriori al 1900 e che non era stato esaminato alcun materiale, dichiarai che erano necessari "dati più esaurienti", oltre agli scarni commenti di Mars (1947) il quale cita solo due riferimenti (Sowerby e Pilsbry & Sharp) e pone in sinonimia *Dentalium filiforme* Locard.
Gaglini (1981) dà finalmente una buona illustrazione di *Dentalium filum*, descrivendone la storia, le vicissitudini nomenclaturali ed il riconoscimento di questa specie da parte di Jeffreys (1883) nel Golfo di Biscaglia, nel Nord della Spagna e in varie parti del Mediterraneo (il tipo proviene da Gibilterra), oltre che nel "Pliocene" di Calabria e di Sicilia. Lo studio della Gaglini si basava su materiale attuale mediterraneo presente nella collezione Monterosato e su esemplari provenienti da un dragaggio a 30 m di profondità a nord di Civitavecchia. La conclusione dell'Autrice è che *Episiphon filum* è una specie valida, ancora presente nel Mediterraneo.

***Omniglypta jani* (Hörnes, 1856)**

Dentalium jani Hörnes, 1856: p. 657, tav. 50, fig. 37.

Pavia (1991: p. 129-30) esamina oltre 200 esemplari di *Gadilina jani* (Hörnes, 1856) osservando, nella descrizione: "La sezione della conchiglia varia da subellittica a subtriagonale [sic] (subtriquetra) con diverso grado di appiattimento del lato dorsale, delimitato da angolosità latero-dorsali più o meno accentuate". L'Autore evidenzia che nessuno aveva mai "accennato alla sezione subtrigonale della conchiglia, anche se in alcuni casi le angolosità latero-dorsali siano abbastanza evidenti (Caprotti, 1979: tav. 11, fig. 6)", notando poi che alcuni topotipi di Baden ed ancor più di Niederleis "mostrano una più spiccata sezione subtriquetra". Pur non potendo fissare una precisa correlazione tra il Bacino di Vienna ed i nostri terreni, appare comunque chiaro che in alcune località, del bacino di Vienna, come a Borelli, sia evidente un'accentuazione dell'aspetto trigonale della conchiglia. L'esemplare di Caprotti (1979, tav. 11, fig. 6), citato da Pavia (p. 129) ha sezione chiaramente subrotonda, anche se il dubbio può effettivamente sorgere a causa dell'illuminazione poco adatta. Tutti i numerosi esemplari miocenici e pliocenici da me esaminati in passato, hanno sezione chiaramente circolare o subcircolare o, al massimo, ellittica. I dati di letteratura confermano questa caratteristica, come in Cossman & Peyrot (1917: p. 1, "*Ouverture à peu près circulaire*"), in Baluk (1972: p. 559, "*Shell small-sized in the form of a slightly bent tube sowhat laterally flattened and consequently, elliptically outlined in transverse section*") ed in Robba (1968: p. 503; "leggermente compressa lateralmente"). Anche fra i moltissimi esemplari esaminati in numerose collezioni e fra quelli da me raccolti, sia nel Tortoniano che nel Pliocene, non ebbi mai modo di constatare una sezione che non fosse circolare o subellittica. Del resto la diagnosi originale è chiarissima (Hörnes, 1856: p. 657): "*apertura subrotunda*". Anche nelle sue osservazioni Hörnes scrive: "La conchiglia è di sezione trasversa circolare [*kreisförmigen*], talvolta un po'compressa [*breitgedrücht*], poco arcuata [*wenig gebogen*], quasi diritta, lucida e con numerosi anelli [*ringförmigen*], coperta da stretti solchi trasversi, che conferiscono alla conchiglia un aspetto particolare". Venendo poi a discutere delle differenze da *Dentalium triquetrum*, cioè *Gadilina triquetra* (Brocchi, 1814), con la quale veniva confusa, oltre a precisare che *D. triquetrum* è completamente liscio, Hörnes segnala che questa specie è a tre lati, con entrambi gli spigoli del lato ventrale acuti, mentre quello dorsale è arrotondato. La specie fu istituita in omaggio allo Jan, che aveva fornito molti esemplari per il *Cabinet* imperiale, provenienti da Castell'Arquato, da Tortona e da Lapugy (Francia), mentre nel Bacino di Vienna la specie è assai rara. ("*nur in sehr wenigen Exemplare gefunden*", p. 658). Non si può escludere che vi siano eccezioni, con esemplari a sezione più triangolare: almeno fino al Tortoniano, tale forma potrebbe essere considerata come un caso di variabilità infraspecifica.
Il materiale di Borelli, invece, presenta una chiara sezione trigonale. Il significato di questa morfologia, che potrebbe suggerire una specie distinta, non è ancora chiaro. Al momento, questa forma a sezione triangolare può essere citata come *Omniglypta* cf. *jani*.

Omniglypta borelliana (Pavia, 1991)

Gadilina borelliana Pavia, 1991: p. 131, tav. 7, figg. 4, 5, 9, 10, tav. 8, figg. 5, 6.

Pavia illustra questa nuova specie che si trova a Borelli in grande quantità. È una specie molto interessante, poiché dalla attenta lettura dei suoi caratteri, essa risulta assai simile ad *Omniglypta emersoni* (Caprotti 1979), della quale potrebbe rappresentare un antesignano miocenico.

Omniglypta emersoni (Caprotti, 1979)

Fustiaria (Fustiaria) emersoni Caprotti, 1979: 240, tav. 11, figg. 2-5.

Pavia (1991: p. 130) ritiene che si tratti di una varietà di *Omniglypta jani*, ma su ciò mi permetto di dissentire totalmente. L'angolo di curvatura di *O. emersoni* è completamente diverso. Inoltre, l'immagine, anche se non ottimale, che ne diedi in Caprotti (1962: tav. 16, fig. 7) come *Dentalium (Fustiaria) politum* L. non può lasciare alcun dubbio sulla scultura completamente diversa da *O. jani* (Caprotti, 1962: tav. 16, fig. 8). Le differenze sostanziali non sono inoltre dovute, come annota Pavia alla distanza da anello ad anello, ma dalla forma di questi anelli, che sono bombati in *O. jani* e completamente appiattiti in *O. emersoni.* Oltre a questa fondamentale differenza, l'irregolarità della larghezza da anello ad anello è notevole, mentre in *O. jani* queste fasce anulari sono abbastanza omogenee fra di loro diminuendo o aumentando in larghezza; nell'ambito di una stessa conchiglia, in modo graduale.

Antalis agile (G. O. Sars, 1872 ex M. Sars ms)

Dentalium agile G. O. Sars, 1872 ex M. Sars ms: p. 31-34, tav. 3, figg 4-15.
Dentalium (Antalis) calabrum Crema ex Monterosato ms, 1910: p. 68, figg. 1-6 (non G. Costa, 1929).
Dentalium (Antalis) agile italicum Caprotti, 1979: p. 227.

In Caprotti (1979: p. 226-227) ipotizzai che il materiale italiano fossile di questa specie potesse essere riferito ad una sottospecie distinta, *Dentalium (Antalis) agile calabrum* Crema, 1910. Essendo *Dentalium calabrum* pre-occupato da *Dentalium calabrum* O.G. Costa, 1829, proposi il nome di sostituzione *Dentalium (A.) italicum*. Ricordo, inoltre, che Mars (1956: p. 34) citava *D. calabrum* come specie valida per il Quaternario di Milazzo. Sulla base di confronti tra materiale mediterraneo attuale ed abbondanti esemplari pleistocenici di Calabria e Sicilia, ritengo oggi che *Antalis italica* (Caprotti, 1979) possa essere posta in sinonimia con *A. agile*.
Crema precisa che "sotto questa denominazione (*calabrum*), rimasta fin qui inedita, e determinati dallo stesso Marchese di Monterosato, si trovano presso il R. Ufficio geologico di Roma molti dentali facenti parte di una collezione sempre proveniente dalle marne plioceniche della valle del Mesima in Calabria dal prof. Giovanni Di Stefano". Il Crema precisa inoltre che il Marchese di Monterosato gli mise a disposizione materiale di confronto. Altri esemplari sono segnalati da Crema come determinati da Monterosato stesso e conservati presso il Reale Ufficio Geologico di Roma. Va precisato, comunque, che il succitato riferimento al Pliocene va letto, alla luce delle conoscenze attuali, come Pleistocene. A proposito della distribuzione stratigrafica di *Antalis agile*, mi scriveva il prof. Giuliano Ruggieri (2 luglio 1978): "Non ricordo di aver mai incontrato nel Pliocene niente di riportabile a questa specie. E ritengo di essere il Paleontologo italiano vivente che più ha lavorato nel Pliocene batiale". Ruggieri riteneva che questa specie fosse poco frequente nel Pleistocene.
Sarebbe importante verificare l'esistenza di esemplari originali di Monterosato e di Crema, a Roma e sarebbe anche interessante affrontare un ampio studio comparativo fra esemplari attuali e fossili allo scopo di comprendere il significato delle differenze fra *Dentalium calabrum* ed *Antalis agile* come messe in evidenza da Crema (1910).

Antalis mutabile (Hörnes, 1856 ex Doderlein ms)

Dentalium mutabile Hörnes, 1856 ex Doderlein ms: p. 654, tav. 50, fig. 32.

Diversamente da quanto proposto nel lavoro del 1979, penso che sia più opportuno tenere distinte due entità specifiche: *Antalis mutabile* per gli esemplari miocenici e *A. inaequicostata* (Dautzenberg, 1891) per quelli presenti dal Pliocene in poi nel bacino mediterraneo. La mia proposta del 1979, che considerava *A. inaequicostatum* come una sottospecie di *A. mutabile*, partiva da due presupposti. In primo luogo, ammettevo un antenato comune all'*inaequicostatum* mediterraneo ed al *novemcostatum* Lamarck dell'Atlantico, solo sulla base delle vecchie segnalazioni, *in primis* quella di Sacco (1897). *Dentalium novemcostatum* var. *mutabile* come inteso da Sacco, così come gli altri riferimenti mediterranei a *D. novemcostatum* in letteratura vanno intesi come *A. inaequicostatum.* È questa una successione di cronospecie, come quella rappresentata dalla sequenza di *Turritella tricarinata tricarinata* (Brocchi, 1814), *T. tricarinata pliorecens* Monterosato in Scalia, 1900 e *T. tricarinata communis* Risso, 1826 (Kotaka, 1960; Caprotti, 1975).
Dentalium mutabile fu descritto su materiale del Miocene medio proveniente da Steinabrunn, nel bacino di Vienna (Paratetide), come riportato da Pavia (1991: p. 124-125) il quale ha istituito un lectotipo (tav. 4, fig. 5).
La segnalazione di Pavia (1991) da Borelli è la prima certa per il Neogene mediterraneo. Ciò confermerebbe l'ipotesi, già esposta in Caprotti (1979), che dal miocenico *Antalis mutabile* si sviluppò in Mediterraneo *A. inaequicostatum*, mentre nei bacini post-miocenici del centro e nord Europa troviamo *A. novemcostatum* (Lamarck, 1818).
Vale la pena ricordare anche *Dentalium prismaticum* Seguenza, 1879, descritto per il Miocene superiore (Tortoniano) dell'Italia meridionale (Seguenza, 1879: p. 117, tav. 11, figg. 48, 48a), che mostra apparentemente molte somiglianze con gli esemplari di Borelli. Lo stesso si può dire per *D. prismaticum* Seguenza riportato da Fan-

tinet (1959: p. 40, tav. 5, figg. 1-5) per la località di Carnot (*"Sahélien, probablement Tortonien"*), e di Beni-Rached *"dans le Sahelien (probablement Pliocène)"*. Inoltre, Fantinet aggiunge: *"Elle est peut-étre l'intermédiaire entre* D. kickxii *(Oligocène) et* D. (Antale) novemcostatum *Lk., var.* mutabilis, *Doderleiu (Pliocène, Actuel?)"*.
Steiner (1997), in relazione alle lunghe liste di sinonimie per alcune specie di scafopodi mediterranei, mette in evidenza come esse siano in parte dovute al normale progredire della sistematica sopraspecifica ma *"another reason may be closely related but morphologically variable species and/or similar but not identical fossil forms. The species complex of* Antalis inaequicostata, novemcostata *and the Miocene* mutabile *(Doderlein in Hoernes, 1856) is a good exemple for a combination of these causes.* Antalis mutabile *and* A. inaequicostata *are very similar and both highly variable in their shell features"*. Steiner ricorda che *"Ruggieri (1948) suggests* mutabile *being ancestral to* novemcostata. *Caprotti (1979) takes the alternative view and presents the recent* inaequicostatum *as subspecies of the fossil* mutabile. *On the other hand, he assigns species status to* novemcostata, *although considering it the Atlantic descendant of* mutabile. *Finally, Pavia's (1991) questionable assignment of* mutabile *to the genus* Fissidentalium *leaves little doubt about its species status. In this case, there are two arguments for treating the presumed ancestor and the descendants as separate species. First, according to Caprotti (1979: p. 232), there is a "typical* mutabile*" to be distinguished from* inaequicostata, *the latter being extremely variable. Second, there is no fossil record of either species from the Tabianian (Lower Pliocene). Thus, there is a gap between the latest* mutabile *fossils from the Miocene and the earliest* inaequicostata *remains from the Middle Pliocene. This suggests that* mutabile *became extinct during the dissecation of the Mediterranean in the Upper Miocene, and* inaequicostata *radiated back into the Mediterranean Basin from the Atlantic, perhaps splitting from* novemcostata, *the possible sister species from the European southwest coasts"*.
L'assegnazione di questa specie al genere *Fissidentalium*, proposta da Pavia (1991) lascia anche me perplesso. Nel genere *Fissidentalium* la fessura apicale è molto profonda, e questo genere comprende sempre specie di dimensioni piuttosto grandi, contrariamente a quanto avviene per *A. mutabile*. La fessura apicale di *A. mutabile* corrisponde all'intaglio (*slit* o *notch* nella letteratura di lingua inglese) che si trova in molte specie di *Antalis*.

Antalis rossati (Caprotti, 1966)

Dentalium (*Antalis*) *rossati* Caprotti, 1966: p. 194-196, fig. 11.

Quando questa specie fu istituita (Caprotti, 1966: p. 194, figg. 1-11), la sua distribuzione geografica era limitata alla Shikmona Bay, presso Tel Aviv (Israele). Successivamente fu segnalata (Caprotti, 1979: p. 237) come fossile nel Calabriano di Castellace (Calabria) e, per quanto mi risulta, questa è l'unica segnalazione allo stato fossile.
Altri lavori apparsi nel corso degli anni dimostrano invece l'ampia diffusione di questa specie nel bacino del Mediterraneo. Gaglini (1985-86) la cita per il Mediterraneo ma non indica nessuna località. Koukouras (1986) segnala la specie per il Golfo di Salonicco, tra 6,5 e 30,6 m di profondità, con un gran numero di esemplari. Alzuria (1986) segnala la specie, come *Antalis rossati*, per il Delta dell'Ebro a 10 m di profondità (solo conchiglie) e riporta altri ritrovamenti di conchiglie sulla spiaggia nell'area di Barcellona. Recentemente, la specie è segnalata in una ceck-list dei molluschi di Cipro (Öztürk et al., 2004).
Come curiosità, si segnala anche il ritrovamento di *Antalis rossati* in un sito preistorico neolitico, a Giv'at Hayil, nel deserto del Negev, Israele (Mienis, 1992). Le conchiglie di dentaliidi erano probabilmente usate come monili.

Fissidentalium rectum (Gmelin, 1791)

Dentalium rectum Gmelin, 1791: p. 3738.
Dentalium striatum Lamarck, 1817: p. 344.
Dentalium delessertianum Chenu, 1842: p. 3, tav. 6, fig. 10.
Dentalium philippii Monterosato, 1872: p. 27.

Per questa specie, facilmente riconoscibile e frequente nelle formazioni plio-pleistoceniche soprattutto nell'Italia meridionale, si sono susseguite interpretazioni spesso divergenti. Oltre al nome di Gmelin, sono stati usati vari nomi, quali *Dentalium striatum* Lamarck, 1817, *D. delessertianum* Chenu, 1842 e *D. philippii* Monterosato, 1877. Ruggieri (1949: p. 90-91) attribuì gli esemplari del Calabriano romagnolo a *D. rectum delessertianum*. Quanto segue è la ricostruzione della storia di questa specie basata, ove possibile, su materiale originario. La trattazione è suddivisa in quattro parti, ognuna dedicata alle quattro specie maggiormente coinvolte nell'identità di *Fissidentalium rectum*.

Dentalium rectum Gmelin, 1791

La diagnosi originale di *Dentalium rectum* si può leggere in Caprotti (1979: p. 223). Gmelin cita tre sinonimie: Gualtieri, Martini e Schroeter. Quest'ultimo Autore può essere trascurato, poiché già Pilsbry & Sharp (1897: p. 81) ritenevano che l'illustrazione di Schroeter non fosse uno scafopodo, ma uno stelo di crinoide. Il Gualtieri (1742) descrive *D. rectum* in questo modo: *"Tubulus marinus regulariter intortus; Dentalis, parum, aut nihil incurvatus, striatus striis ipsis duplicibus & nonnullis lineis cinctus, ex albido subviridis"*. La figura che ne dà (tav. 10, fig. H; **Fig. 1A**) è molto bella e la si riconosce subito come *Fissidentalium rectum*. Il Martini (1769: p. 30), così lo descrive: *"Tubulus conicus striatus, cavitate continua; Dentalis rectus ex albo viridescens. striis duplicatis*. La figura (tav. 1, fig. 4; **Fig. 1C**), osservata attentamente, risulta ricopiata in maniera piuttosto fedele da quella di Gualtieri, ma fu aggiunta una colorazione ad annulazioni verdi, mentre il resto è bianco, come dice il testo: *"Die Farbe dieser geraden Röhren fallt entweder aus dem weissen ins grünliche, und alsdann sind sie noch, wie in gegenwärtiger Figur, mit vielen grünen Ringen umgeben, oder sie sind ganz weiss"* (= Queste conchiglie passano da un colore biancastro ad uno verdastro con anelli verdi, come in figura, oppure completamente bianco e talvolta color terra).



Fig. 1. A. *Dentalium rectum*, illustrazione in Gualtieri (1742: tav. 10, fig. H). **B.** *Dentalium elephantinum*, illustrazione in Martini (1769: tav. 1, fig. 5A). L'illustrazione originale è a colori: parte della conchiglia è di colore verde chiaro con annullazioni verde scuro. **C.** *Dentalium rectum*, illustrazione in Martini (1769: tav. 1, fig. 4A). L'illustrazione originale è a colori: la conchiglia è di colore biancastro con annullazioni verdi. **D.** *Dentalium rectum*, illustrazione in Chenu (1842: tav. 1, figg. 1, 2). **E.** *Dentalium elephantinum*, illustrazione in Deshayes (1825: tav. 3, fig. 7). **F.** *Dentalium striatum*, illustrazione in Deshayes (1825: tav. 4, figg. 4, 5). **G.** *Dentalium striatum*, illustrazione in Chenu (1842: tav. 5, figg. 15, 16).

Fig. 1 **A.** *Dentalium rectum*, illustration in Gualtieri (1742: pl. 10, fig. H). **B.** *Dentalium elephantinum*, illustration in Martini (1769: pl. 1, fig. 5A). The original illustration is in colors: part of the shell is light green with dark green rings. **C.** *Dentalium rectum*, illustration in Martini (1769: pl. 1, fig. 4A). The original illustration is in colors: the shell is withish with green rings. **D.** *Dentalium rectum*, illustration in Chenu (1842: tav. 1, figs1, 2). **E.** *Dentalium elephantinum*, illustration in Deshayes (1825: pl. 3, fig. 7). **F.** *Dentalium striatum*, illustration in Deshayes (1825: pl. 4, figs 4, 5). **G.** *Dentalium striatum*, illustration in Chenu (1842: pl. 5, figs 15, 16).

La colorazione verde riferita a *D. rectum*, che può sollevare dubbi circa la natura fossile di questa specie, trae origine dalla descrizione di Gmelin "... *ex albo virescente annulis viridibus varia, aut alba, aut testacea*", accennata dal Gualtieri e dal Martini, come sopra riportato. Deshayes (1825: tav. 3, fig. 7; **Fig. 1E**) illustra un esemplare che chiama *elephantinum*, che in realtà corrisponde a *Fissidentalium rectum*. Per il colore, egli indica *albida*, mentre nella discussione della specie scrive: "*Gmelin, dans la treizième édition de Linné, a evidemment confondu plusieurs espèces avec celle-ci, et fait plusieurs doubles emplois: c'est ainsi qu'il établi le* Dentalium rectum *et le* Dentalium recurvum *aux depens de l'*elephantinum *que malgré cela il donne pour ce dernier la synonymie des deux autres, et qu'il y rapporte des figures qui appartiennent bien certainement à l'un et à l'autre*". Ed aggiunge: "*Si on ôte du* Dentalium elephantinum *le* Dentalium rectum *et le* Dentalium recurvum, *il ne restera plus rien pour l'*elephantinum". Qui naturalmente il Deshayes si sbagliava, poiché *D. elephantinum* è tutt'altra specie (per colorazione, curvatura, costolatura etc.) dell'Indo-Pacifico. L'errore del Deshayes è inoltre da lui stesso rafforzato, quando scrive: "*Le* Dentalium elephantinum, *tel que nous l'entendons maintenant, est une grande coquille tubuleuse, assez large à la base, presque droite ou fort peu arquée, <u>blanche d'après les individus que nous avons vu</u>, avec des zones transversales, d'un vert pâle d'après les auteurs, présentant au sommet douze côtes bien symétriquement disposées, et un peu au dessus on apercoit l'origine d'une côte plus petite qui vient s'interposer entre chacune des premières, et qui à la base est presque aussi grosse qu'elles; alors dans cet endroit on en compte vingt-quatre*". A parte il colore "verde pallido" che riporta sulla base degli autori precedenti, è evidente che la sua descrizione si riferisce a *Fissidentalium rectum*, come dimostra anche la sua illustrazione. Inoltre, Deshayes aggiunge: "*Le véritable analogue fossile de cette espèce se trouve en Italie à Saint-Miniato*". È necessario precisare, inoltre, che *Dentalium recurvum* citato da Deshayes è un *lapsus calami*, e va letto come *Dentalium arcuatum* Gmelin, 1790, come supposto da Pilsbry & Sharp (p. 2), che è oggi considerato sinonimo di *Fissidentalium elephantinum*. Per completezza, viene riportata la figura in Martini (1769: tav. 1, fig. 5; **Fig. 1B**), che Gmelin cita nelle sue sinonimie, illustrante *D. elephantinum*, che Martini chiama "*Der grüne geribbte Elephantensahn mit weisser Spitze*" (= Il Dente d'elefante costato, verde, con apice bianco). In questa figura si vedono anche le parti molli, cosa che non si nota per *D. rectum*.

In Chenu (1842: p. 6, tav. 1, figg. 1, 2; **Fig. 1D**) la diagnosi data per *D. rectum* è: "*Testa duodecim-costata, recta, grisea; costata minore, unica inter alias. Dentale droite. Cette espèce est droite ou très-légèrement courbée, elle ne presente jamais la coloration verte de la Dentale eléphantine; ses còtes sont plus fortes et plus larges, et séparées par une còte plus petite*". In sinonimia sono citati *Dentalium rectum* Gmelin e *D. elephantinum* Deshayes. Nella collezione Delessert a Ginevra (Muséum d'Histoire Naturelle) è presente un cartoncino col numero d'inventario MHNG 35283 con due esemplari incollati l'uno a fianco dell'altro (**Fig. 3A, C, D**), etichettati come *Dentalium rectum* ed effettivamente riferibili alla specie fossile oggi nota come *Fissidentalium rectum*. Sul retro di questo cartoncino Gaston Mermod, conservatore del Museo all'inizio del XX secolo, scrisse: "*determiné par M. Deshayes (coll. de Lessert), fig. in Chenu, pl. 1, fig. 1-2*" (**Fig. 3B**).

Sempre nella collezione Delessert, sono stati individuati 3 esemplari frammentati, montati su un'unica placchetta di cartone (MSNG 35282) con l'indicazione "*Dentalium rectum Gmelin*" e sul retro "*probablement alternans in Chenu, pl. 4, fig. 17, celle du milieu est différente*". Queste indicazioni sono esatte, poiché due esemplari corrispondono all'attuale *Antalis inaequicostata* (= *alternans* Auct.), mentre quello collocato al centro è effettivamente un frammento di *Fissidentalium rectum*, dove appare chiara l'intersezione di una costicina secondaria fra le primarie.

In Pilsbry & Sharp (1879: p. 81), a proposito di *D. rectum* si legge: "*The identification of this shell with Gmelin's species rests upon his citation of a figure in Gualtieri, reproduced with the embellishment of color, and the omission of some of the sculpture, in Martini*" e concludono con: "*While there is some doubt of the identity of* D. rectum *of modem authors with that of Gmelin, it seems inadvisable to change*".

Quanto alla distribuzione di *Dentalium rectum*, nessuna indicazione è presente in Gualtieri ed in Gmelin, mentre in Martini (p. 30) si legge "*Die schönsten und grösssten Stücke kommen aus Indien*", ed in Chenu (1842) "*Habite la Méditerranée. On la trouve fossile en Autriche*".

Dentalium striatum Lamarck, 1817

Per *Dentalium striatum* Lamarck, 1817 sono stati esaminati due esemplari presenti nella collezione Lamarck (MHNG 50091), con etichetta originale e l'indicazione "*Golfe de Tarante*". Assieme gli esemplari, v'è pure una nota manoscritta di Deshayes, che dice: "*Individus très roulés du Dentalium rectum de Martini. Le nom de striatum, dans tous les cas, ne peut rester parce qu'il y a trois striatum antérieurs à celui de Lamarck: striatum Braudio, 1775 = D. octangulatum Donov.; striatum Born, 1780, altra species; striatum Montagu 1803 = D. dentalis Li.; il y en a encore six autres plus récents*". Sono esemplari giovani, molto erosi, come già annotato da Deshayes, e corrispondono ai due esemplari illustrati da Chenu (1842: tav. 5, figg. 15, 16; **Fig. 2G**). Si tratta ancora di *Fissidentalium rectum*, con la tipica fessura apicale. Come suggerito dalla località di provenienza (Golfo di Taranto) e dallo stato di conservazione, i due esemplari di *D. striatum* molto probabilmente sono stati rimaneggiati da formazioni plio-pleistoceniche affioranti lungo la costa.

È stato con grande emozione poter aver fra le mani l'esemplare, oggi al Museo di Ginevra, della *Histoire des Animaux sans vertèbres* (1817) che Lamarck conservava nella sua biblioteca. Questo volume contiene annotazioni a penna di sua figlia Rosalie, che stabilivano quanti esemplari erano ancora nella collezione del padre, possibilmente un compito eseguito su ordine del padre stesso, divenuto cieco ed in miseria. Forse quelle annotazioni erano per un'eventuale possibilità di vendita

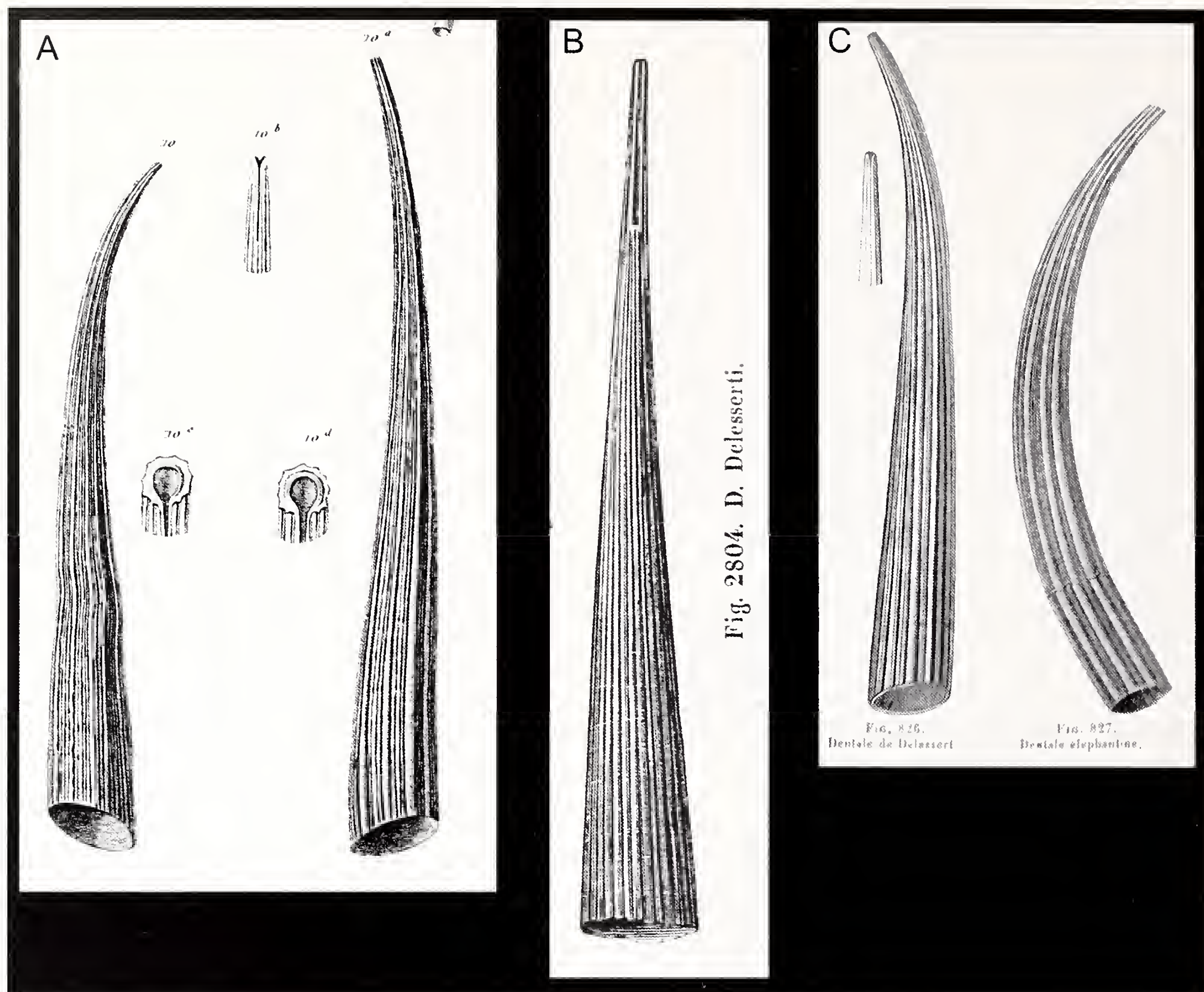


Fig. 2. **A.** *Dentalium delessertianum*, illustrazione in Chenu (1842: tav. 6, figg. 10, 10a-d). **B.** *Dentalium delesserti*, illustrazione in Chenu (1847: fig. 2804). **C.** *Dentalium delesserti* (a sinistra) e *Dentalium elephantinum* (a destra), illustrazioni in Chenu (1859: figg. 826, 827).

Fig. 2. **A.** *Dentalium delessertianum*, illustration in Chenu (1842: pl. 6, figs 10, 10a-d). **B.** *Dentalium delesserti*, illustration in Chenu (1847: fig. 2804). **C.** *Dentalium delesserti* (left) and *Dentalium elephantinum* (right), illustrations in Chenu (1859: figs 826, 827).

della collezione. La diagnosi originale di *D. striatum* (p. 344) è la seguente: "*Dentale striée. Dentalium striatum. D. testa longitudinaliter striata: striis crebris obtusis aequalibus. An Dentalium fossile? Gmelin. Habite… Fossile d'Italie, des environs de Sienne en Toscane. M. Ménard. On la trouve vivante dans le golfe de Tarante, mais plus grande et à stries plus grosses*".

Di *Dentalium striatum*, Deshayes (1825: p. 44-45) dà una diagnosi che completa quella di Lamarck: "*D. testa albida, longitudinaliter costata, costis crebris, obtusis, subaequalibus; extremitate postica profunde fissa*". La conchiglia è, quindi, bianca, longitudinalmente costata e non striata, le costicine sono meglio definite. Per la prima volta viene definita la profonda fessura apicale. Il Deshayes (1825), nel suo commento a questa specie, dopo aver spiegato perché non può confondersi con il *D. fossile*, dà ulteriori precisazioni: "*L'espece est blanche, preque droite, présentant douze à quatorze grosses côtes continues du sommet à la base; elle sont arrondies: entre chacune d'elles se remarque une côte plus petite ou seulement une strie peu saillante; le sommet un peu pointu; il présente sur la partie mediane et dorsale une fente large et profonde, quelques stries transversales indiquent des accroissements*". Tutti questi elementi caratterizzano *Fissidentalium rectum*.

Dentalium delessertianum Chenu, 1842

Nella collezione ginevrina non è presente materiale originale di *Dentalium delessertianum* Chenu, 1842. Nella descrizione di questa specie, Chenu (1842: tav. 6, figg. 10, 10a-d; **Fig. 2A**) scrive: "*Testa maxima, multicostata, costis minimis pluribus inter costas. Dentale de Delessert. Cette espèce fossile est des plus grandes et une des plus belles du genre; elle présente dix à onze côtes assez larges et rélevées, entre lesquelles se trouvent trois ou quatre côtes plus petites. L'extrémité supérieure est coupée obliquement et bien fendue. Fossile de?*". Si dichiara apertamente che si tratta di un fossile e la descrizione non fa che riportare caratteri di *Fissidentalium rectum*. Le due figure originali di Chenu, ricordano molto *F. rectum* ma, forse per un'esagerazione del disegnatore o dell'incisore, sono eccessivamente rastremati all'apice e un po' troppo incurvati. Sono invece ben evidenziate le costicine intermedie ed anche il numero di coste intermedie (da due a quattro), in accordo



Fig. 3. *Fissidentalium rectum* (Gmelin, 1791). **A-D.** Coll. Delessert (MHNG 35283), esemplari illustrati in Chenu (1842: tav. 1, figg. 1-2), vedi Fig. 1D. **E-H.** Pleistocene inferiore, Cutrofiano (Lecce), coll. G. Piccioli Resta. **E, F.** 101 mm; **G.** 95 mm; **H.** 87 mm.

Fig. 3. *Fissidentalium rectum* (Gmelin, 1791). **A-D.** Coll. Delessert (MHNG 35283), specimens illustrated in Chenu (1842: pl. 1, figs. 1-2), see Fig. 1D. **E-H.** Early Pleistocene, Cutrofiano (Lecce), coll. G. Piccioli Resta. **E, F.** 101 mm; **G.** 95 mm; **H.** 87 mm.

con la scultura di *F. rectum*. Osservazioni simili possono essere fatte per le illustrazioni successive, in Chenu (1847: fig. 2804; **Fig. 2B**) e Chenu (1859: figs 826; **Fig. 2C**). Descrivendo il materiale di *D. rectum* della collezione Delessert, Chenu scrive: *"elle ne présente jamais la coloration verte de la Dentale éléphantine"* e nella diagnosi indica *"Testa duodecimcostata, recta, grisea"*. Non è chiaro il motivo per cui Chenu distinse *D. delessertianum* da *D. rectum*, ma vi sono chiare evidenze per ritenere che il primo sia effettivamente un sinonimo del secondo.
Pilsbry & Sharp (1879: p. 81) ritennero *D. delessertianum* distinto da *D. rectum*, anche se, da un'attenta lettura della loro descrizione non risultano differenze valide per la separazione delle due specie. Stranamente, la versione che Pilsbry & Sharp diedero nella loro lingua della diagnosi di *D. delessertianum* non corrisponde a quella originale, né a quelle successive date da Chenu (1847, 1958). È poco noto, comunque, il fatto che Pilsbry & Sharp, nelle *Additions* (p. 252) scrivono, a proposito di *D. rectum*: *"The locality 'India' is incorrect, the species being an Italian Pliocene fossil which also occurs living in deep water in the eastern Atlantic, according to Fischer.* D. Delessertianum *is a synonym"*.
La segnalazione di *D. delessertianum* in Atlantico da parte di Fischer (1883: p. 276) va evidentemente riferita ad altra specie, forse a *Fissidentalium candidum* (Jeffreys, 1877). Tra i riferimenti recenti a *D. delessertianum*, vale la pena ricordare Cailliez & Finet (1997: p. 31) i quali, elencando le specie di molluschi dedicati a Delessert, a proposito di questa specie scrivono: *"serait un synonime de* Dentalium rectum *Gmelin (Mollusque scaphopode, fossile du Pliocène au Monte Pellegrino, Sicile)"*.

Dentalium philippii Monterosato, 1872

Dentalium philippii fu proposto (Monterosato, 1872: p. 65) per la specie fossile riportata da Philippi (1844: p. 208), per il Plio-Pleistocene dell'Italia meridionale, come *Dentalium striatum* Lamarck, 1817. Dalla descrizione risulta chiaro che si tratta ancora di *Fissidentalium rectum*. Pilsbry & Sharp (1898: p. 214) collocarono *D. philippi* come var. di *D. rectum*, cambiandone il nome in var. *monterosatoi*, poiché *D. philippii* è pre-occupato da *D. philippii* Chenu, 1843.
De Franchis (1894: tav. 2, figg. 10, 11a-b), illustra molto bene tre esemplari attribuendo il primo (dal Pliocene di Bagalo, Modena) a *D. delessertianum* e gli altri due (dal Pleistocene di Galatina e di Cutrofiano, Lecce) a *D. philippii*. Tutti e tre gli esemplari appartengono chiaramente a *F. rectum*. Esemplari provenienti dal Pleistocene inferiore di Cutrofiano sono qui illustrati (**Fig. 3E-H**). Anche la segnalazione di *D. "delesserti"* in Foresti (1894) va riferita a *F. rectum*.

Conclusioni

Delle decine di specie di *Fissidentalium* descritte per i mari attuali, nessuna ha la più vaga rassomiglianza con *F. rectum*. Solo *F. metivieri* Scarabino, 1995 ha dei punti di contatto con la nostra specie, come ho potuto constatare esaminando vari esemplari di questa specie, e come sottolineato da Scarabino (1995: p. 255): *"Fissidentalium metivieri* also resembles the fossil *rectum* Linné in shape, but that species has fine longitudinal striae over the entire surface". *Fissidentalium rectum* è una specie estinta, con distribuzione limitata al Pliocene e Pleistocene del bacino mediterraneo.
Riguardo alla morfologia di *Fissidentalium rectum*, va osservato che la scultura è costituita da 10-15 coste principali, arrotondate, fra le quali sono intercalate fino a quattro coste secondarie, molto sottili ed acute (il loro numero aumenta con la crescita). La sezione è circolare, sia all'apertura che all'apice. La lunga fessura apicale, tipica del genere, non è sempre osservabile a causa della frequente frattura dell'apice.
Questa specie meriterebbe ulteriori studi, sia per definire meglio la sua distribuzione stratigrafica, sia per valutarne la sua variabilità nel corso del Plio-Pleistocene, la quale ha certamente avuto un certo ruolo nel creare confusione in passato. Evidenzierei, inoltre, la forte rassomiglianza fra la figura fornita dal Gualtieri (**Fig. 1A**) con uno dei due esemplari presenti nella collezione Delessert a Ginevra (**Fig. 3D**).

Cadulus ovulum (Philippi, 1844)

Dentalium ovulum Philippi, 1844: p. 208-209, tav. 27, fig. 21.

Il ritrovamento di parte della collezione De Cristofori & Jan, ritenuta dispersa dopo i barbarici bombardamenti dell'agosto 1943, diede luogo ad un lavoro di Pinna (1971), in cui si segnala la presenza in collezione di un esemplare frammentato di *Creseis cyathus* De Cristofori & Jan, 1832 che viene determinato come *Cadulus ovulum* (Pinna, 1971: p. 426, tav. 76, fig. 7) con richiamo a Caprotti, 1968: p. 77-78).
Più recentemente Di Geronimo & La Perna (1997: p. 417-418) discutono su *C. ovulum* e *C. cyathus*, ritenendo che non ci siano ancora dati sufficienti per accertare l'identità di *C. cyathus* e la sua possibile sinonimia con *C. ovulum*. Ancora secondo questi autori, le segnalazioni mediterranee attuali sono basate su conchiglie rimaneggiate da sedimenti pliocenici o pleistocenici.
Certamente, *Cadulus ovulum* e le specie affini necessitano di ulteriori studi.

Gadila gadula Sacco, 1897 ex Doderlain ms.

Gadila gadus var. *gadula* Sacco, 1897 ex Doderlain ms: p. 118, tav. 10, figg. 88, 89.
Cadulus (Gadila) razzorei Caprotti, 1979: p. 248, tav. 15, figg. 1-7.

Dopo l'istituzione di *Cadulus (Gadila) razzorei* Caprotti 1979, Ruggieri (1980) espresse l'opinione che la specie debba essere chiamata *Gadila gadulus* Sacco, 1897. Se Ruggieri conferma da un lato l'inadeguatezza dell'illustrazione in Sacco e la povertà della diagnosi dello stesso (*"Testa minor"*), precisa che le mie perplessità avrebbero potuto "anche essere giustificate". L'illustrazione del materiale tipo di *Gadila gadus* var. *gadula* Sacco in Pavia (1984: p. 311, tav. 56, figg. 3a,b) fornisce la prova

decisiva circa la corretta interpretazione fornita da Ruggieri. Lo stesso Pavia (1991: p. 138), però, precisa "La definizione del taxon *gadulus* ad opera di Sacco è decisamente insufficiente ("*Testa minor*", in confronto con "*G. gadus*"). Una discussione esauriente la troviamo in Caprotti (1979, sub *C. (G.) razzorei*)".

Check-list delle specie (Mediterraneo, Miocene-Attuale)

Classe Scaphopoda Bronn, 1862
Ordine Dentaliida Da Costa, 1776
Famiglia Gadilinidae Chistikov, 1975
Sottofamiglia Gadilininae Chistikov, 1975
Genere *Gadilina* Foresti, 1895
Gadilina taurogracilis Sacco, 1897
Gadilina triquetra (Brocchi, 1814)
Genere *Progadilina* Palmer, 1974
Progadilina incertula (Sacco, 1897)
Sottofamiglia Episiphoninae Chistikov, 1975
Genere *Episiphon* Pilsbry & Sharp, 1897
Episiphon filum (Sowerby G.B. II, 1860)
Famiglia Omniglyptidae Chistikov, 1975
Genere *Omniglypta* Kuroda & Habe in Habe, 1953
Omniglypta borelliana (Pavia, 1991)
Omniglypta jani (Hörnes, 1856)
Omniglypta emersoni (Caprotti, 1979)
Famiglia Dentaliidae (Children, 1834)
Genere *Antalis* H. & A. Adams, 1854
Antalis agile (G. O. Sars, 1872 ex M. Sars ms)
Antalis bouei (Deshayes, 1825)
Antalis dentalis (Linneo, 1758)
Antalis fossile (Gmelin, 1791)
Antalis inaequicostatum (Dautzenberg, 1891)
Antalis interruptum (Gmelin, 1790)
Antalis miopseudoantalis (Sacco, 1897)
Antalis mutabile (Hörnes, 1856 ex Doderlein ms)
Antalis panormum (Chenu, 1842)
Antalis raricostatum (Sacco, 1897)
Antalis rossati (Caprotti, 1966)
Antalis sangiorgii (Emerson, 1954)
Antalis taurocostatum (Sacco, 1897)
Antalis vulgare (Da Costa, 1778)
Antalis vulgare vitreum (Gmelin, 1791)
Genere *Coccodentalium* Sacco, 1896
Coccodentalium radula (Gmelin, 1791)
Genere *Fissidentalium* Fischer, 1885
Fissidentalium badense (Partsch in Hörnes, 1856)
Fissidentalium rectum (Gmelin, 1791)
Fissidentalium tauroasperum (Sacco, 1897)
Fissidentalium taurostriatum (Sacco, 1897)
Genere *Paradentalium* Cotton & Godfrey, 1933[1]
Paradentalium inaequale (Bronn, 1831)
Paradentalium michelottii (Hörnes, 1856)
Paradentalium passerinianum (Cocconi, 1873)
Paradentalium sexangulum (Gmelin, 1791)
Famiglia Laevidentaliidae Palmer, 1974
Genere *Laevidentalium* Cossmann, 1888
Laevidentalium depressum Pavia, 1991
Genere *Pseudantalis* Monterosato, 1884
Pseudantalis rubescens (Deshayes, 1825)
Ordine Gadilida Starobogatov, 1974
Sottordine Entalimorpha Steiner, 1992
Famiglia Entalinidae Chistikov, 1979
Sottofamiglia Entalininae Chistikov, 1979
Genere *Entalina* Monterosato, 1872
Entalina tetragona (Brocchi, 1814)
Sottordine Gadilimorpha Steiner, 1992
Famiglia Pulsellidae Scarabino in Boss, 1982
Genere *Pulsellum* Stoliczka, 1868
Pulsellum lofotense (M. Sars, 1865)
Famiglia Gadilidae Stoliczka, 1868
Sottofamiglia Siphonodentaliinae Simroth, 1894
Genere *Dischides* Jeffreys, 1867
Dischides politus (Wood, 1842)
Sottofamiglia Gadilinae Stoliczka, 1868
Genere *Cadulus* Philippi, 1844
Cadulus diploconus Seguenza, 1876
Cadulus ovulum (Philippi, 1844)
? *Cadulus cyathus* (De Cristofori & Jan, 1832)
Cadulus parvulinus Sacco, 1897
Cadulus propinquus G.O. Sars, 1878
Cadulus taurovulum Sacco, 1897
Cadulus taurovulum saccoi (Pavia, 1991)
Cadulus taurotumidosus (Sacco, 1897)
Cadulus tumidosus parvulinus Sacco, 1897
Genere *Gadila* Gray, 1847
Gadila gadula Sacco, 1897 ex Doderlein ms
Gadila gracilina Sacco, 1897
Gadila jeffreysi (Monterosato, 1875)
Gadila propinqua (G.O. Sars, 1878)
Gadila subfusiformis (M. Sars, 1865)
Gadila seguenziana (Moroni & Ruggieri, 1980)
Gadila ventricosa (Bronn, 1827)
Genere *Sulcogadila* Moroni & Ruggieri, 1981
Sulcogadila caprottii (Moroni & Ruggieri, 1981)

Note

1. Il genere *Paradentalium*, citato in Steiner & Kabat (2001: p. 447), ma non in Steiner (1991), mi sembra quello che meglio si addice a diverse specie che in passato erano attribuite al sottogenere *Dentalium* s.str. Ho seguito, in questo caso, la classificazione proposta da Palmer (1974: p. 118-119) che descrive sommariamente, ma in modo molto chiaro le caratteristiche di questo genere ("*hexagonal apex and ribs increasing, more or less, by multiples of six*").
2. Il genere *Pseudantalis* viene trattato da Steiner & Kabat (2001), richiamando la complessa storia di questo genere, già affrontata da Emerson (1952). Steiner & Kabat ritengono però *Pseudantalis* sinonimo di *Fustiaria*, confermando le tesi di Emerson (1952). Steiner & Kabat (2004) assegnano la specie *rubescens* a *Fustiaria*, ma non mi sembra che essa possa ancora essere classificata in questo genere. Mi rifaccio a Palmer (1974: p. 118) che pone *Pseudantalis* fra i Laevidentaliidae, con *Dentalium rubescens* come specie tipo.
3. Per *Fustiaria incertula* Sacco, 1897, propongo la posizione nel genere *Progadilina* Palmer, 1974, ricordando la

diagnosi originale (Palmer, 1974: p. 118): "*small laevidentaliids with trigonal or quadrate outline and encircling oblique, annulated sculpture over the whole surface of the shell. The first character separates it from* Plagioglypta, *and the second from* Gadilina". In *Omniglypta* Kuroda & Habe, 1953, che Palmer considera sottogenere di *Plagioglypta*, la sezione della conchiglia non è triangolare.

4. Per gli scafopodi annulati, a sezione circolare o subcircolare, mi sembra cha la migliore posizione sistematica sia nel genere *Omnyglypta* Kuroda & Habe, 1953. Un'ottima descrizione delle caratteristiche del genere si trova in Habe (1964, p. 37): "*The shell is thin, straight, gradually tapering to the simple small apical orifice, semi-translucently white or white, circular in cross section. The surface is annulated densely and regularly. The aperture is circular and thin*". Quando fu istituito questo genere si conosceva una sola specie, *Omniglypta cerina* (Pilsbry, 1905).

5. Ritengo opportuno elevare il sottogenere *Sulcogadila* Moroni & Ruggieri, 1981 a genere. La scultura presente in *Sulcogadila caprottii* (Moroni & Ruggieri, 1981), costituita "da solchi longitudinali ottusi e superficiali, ma non per questo meno evidenti, alquanto irregolari sia come profondità che come distanza reciproca" (Moroni & Ruggieri, 1981, p. 30) va al di là delle caratteristiche definite per il genere *Gadila* e non è conosciuta in nessuna altra specie.

Considerazioni conclusive

Con questo lavoro, non altro volli che portare a conoscenza degli amici malacologici e dei lettori, gli interventi sugli scafopodi neogenici e quaternari a partire dalla data del mio precedente lavoro sull'argomento. Ho esposto alcune mie considerazioni su alcune specie, per le quali propongo, a chi ne abbia competenza e piacere, di effettuare studi ed approfondimenti per una migliore conoscenza del gruppo.

Ringraziamenti

Desidero innanzitutto cordialmente ringraziare il Prof. Rafael La Perna dell'Università di Bari, per le preziose segnalazioni bibliografiche, per gli altrettanti preziosi consigli e suggerimenti, nonché per la lettura critica del manoscritto. Ringrazio il Dr. Yves Finet, Conservatore del Muséum d'Histoire Naturelle di Ginevra per avermi assistito durante le mie ricerche sulle preziose collezioni Lamarck e Delessert. Ringrazio inoltre il Dr. Giuseppe Piccioli Resta (Lecce) per aver gentilmente messo a disposizione materiale di *Fissidentalium rectum* da Cutrofiano.

Bibliografia

Alzuria P.A., 1986. Catalogo de los moluscos escafòpodos de la peninsula ibérica y Baleares. *Actas del II simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*, **3**: 261-266.

Baluk W., 1972. Lower Tortonian scaphopods from the Korytnica clays, southern slopes of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*, **22** (3): 545-571.

Bernasconi M.P., 1996. Scaphopod significance in the Pliocene molluscan paleocommunities, in Cherchi A. (ed.), *Autecology of selected fossil organisms: achievements and problems. Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, spec. vol. **3**: 19-30.

Brocchi G.B., 1814. *Conchiologia fossile Subapennina con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adiacente*. Vol. 2. Regia Stamperia, Milano, 556 pp.

Cailliez J.C. & Finet Y., 1997. Benjamin Delessert (1773-1847) et la malacologie. *Bulletin de la Société internationale de Conchyliologie, Lausanne*, suppl. vol. **19**: 1-44.

Caprotti E., 1962. Altri scafopodi piacenziani dì Castell'Arquato. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, **101**: 93-102.

Caprotti E., 1964. Scafopodi tortoniani nei dintorni di Stazzano (Alessandria) (Studi sugli Scafopodi, IV). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, **103** (2): 129-135.

Caprotti E., 1975 Grandi linee evolutive e limiti di variabilità di Turritelle del Nord Italia dal Tortoniano ad oggi. *Conchiglie*, **10** (11-12): 215-239.

Caprotti E., 1979. Scafopodi neogenici e recenti del bacino mediterraneo. Iconografia ed epitome. *Bollettino Malacologico*, **15** (9-10): 213-288.

Cavallo O. & Repetto G., 1992. *Conchiglie fossili del Roero. Atlante iconografico*. Associazione Naturalistica Piemontese, Memorie, 2: 254 pp.

CHENU J.-C. 1859. *Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique*. Tome I. Victor Masson, Paris, 327 pp.

Chenu J.-C., 1842-1852. *Genus Dentalium. Illustrations conchyliologiques, ou descriptions et figures de toutes les coquilles connues vivantes et fossiles, classées suivant le système de Lamarck modifié après les progrès de la science; publiée par monographies et en livrais*. Vol. 4. Paris, Fortìn, Masson & Langlois, 1-8, tav. 1-7 (tav. 1, 1842; tavv. 2-6, 1843; pp. 1-4, 1850; pp. 5-8, 1852).

Chenu J.-C., 1847. *Leçons élémentaires d'histoire naturelle comprenant un aperçu sur toute la zoologie et un traité de conchyliologie à l'usage des gens du monde*. Dauvin, Dubochet, Le Chevalier et C.ie, Paris, 364 pp.

Chistikov S.D., 1983. Modern molluscs of the family Entalinidae (Scaphopoda, Gadilida). 4. Subfamily Bathoxiphinae. *Zoologicheskii Zhurnal*, **62** (2): 181-190 (in Russo).

Chistikov S.D.,. 1982a. The modern Entalinidae (Scaphopoda, Gadilida). 1: Subfamily Heteroschismoidinae. 1. *Zoologicheskii Zhurnal*, **61** (5): 671-682 (in Russo).

Chistikov S.D.,. 1982b. The modern Entalinidae (Scaphopoda, Gadilida). 1: Subfamily Heteroschismoidinae. 2. *Zoologicheskii Zhurnal*, **61** (9): 1309-1321 (in Russo).

Chistikov S.D.,. 1982c. Modern molluscs of the Family Entalinidae (Scaphopoda, Gadilida). 3: Subfamily Entalininae. *Zoologicheskii Zhurnal*, **61** (10): 1492-1500 (in Russo).

Coppini M., Cuneo F., Margelli A. & Campani E., 2005. Gastropoda e Scaphopoda del Porto di Livorno. *Bollettino Malacologico*, **41** (5-8): 1-8.

Cossmann M. & Peyrot A., 1917. Conchologie néogénique de l'Aquitaine. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, **69** (3): 157-284.

Crema C., 1910. Nuova specie fossile di *Dentalium*. *Bullettino del Comitato Geologico Italiano*, **41**: 67-69.

Cretella M., Crovato C., Crovato P., Fasulo G. & Toscano F., 2005. The malacological work of Arcangelo Scacchi (1810-1893). Part II: a critical review of Scacchian taxa. *Bollettino Malacologico*, **40** (9-12): 114-131.

Cuneo F., Margelli A., Campani E. & Coppini M., 2006. Ga-

stropoda e Scaphopoda dei fanghi litorali di Livorno. *Bollettino Malacologico*, **42** (1-4): 5-12.
De Franchis E., 1894. Descrizione comparativa dei molluschi postpliocenici del bacino di Galatina. *Bullettino della Società Malacologica Italiana*, **19**: 240-262.
Della Bella G. & Tabanelli C., 1996. *Entalina expolita* n.sp. (Mollusca, Scaphopoda) fossile del Pleistocene in Romagna. *Quaderni di Studi Naturalistici della Romagna*, **5**: 3-17.
Deshayes G.P., 1825. Anatomie et monographie du genre *Dentale*. *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris*, **2**: 321-378, pls 15-18.
Di Geronimo I. & La Perna R., 1997. Pleistocene bathyal molluscan assemblages from Southern Italy. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **103** (3): 389-426.
Di Geronimo I., 1979. Il Pleistocene in facies batiale di Valle Palione (Grammichele, Catania). *Bollettino Malacologico*, **15** (5-6): 85-156.
Emerson W.K., 1978. Two new eastern Pacific species of *Cadulus* with remarks on the classification of the Scaphopod Molluscs. *The Nautilus*, **92** (3): 117-123.
Fantinet D., 1959. Contribution a l'étude des scaphopodes fossiles de l'Afrique du nord. *Publications du Service de la Carte géologique de l'Algérie (n.s.), Paléontologie, Mémoire* **1**: 1-112.
Ferrero E. & Merlino R., 1992. Ricostruzione paleoecologica di una malacofauna del bacino pliocenìco astigiano (Italia NW). *Bollettino Malacologico*, **28** (5-12): 101-138
Ferrero Mortara E., Montefameglio L., Novelli M., Opesso G., Pavia G. & Tampieri R., 1984. *Catologhi. VII - Catalogo dei tipi e degli esemplari figurati della collezione Bellardi e Sacco. Parte II.* Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, 484 pp.
Fischer P., 1883. Diagnoses d'espèces nouvelles de mollusques recueillis dans le cours des Expéditions scientifiques de l'aviso le *Travailleur* (1882), pars II (1). *Journal de Conchiliologie*, **30** (4): 273-276.
Foresti L., 1894. Enumerazione dei brachiopodi e dei molluschi pliocenici dei dintorni di Bologna. *Bullettino della Società Malacologica Italiana*, **19**: 240-262.
Gaglini A., 1981 Alla "riscoperta" del *Dentalium filum*. *Notiziario CISMA*, **2** (1-2): 12-16.
Gaglini A., 1984. Riconferma di *Cadulus subfusiformis*. *Notiziario CISMA*, **6** (1-2): 1-8.
Gaglini A.,. 1985-86. La classe Scaphopoda nel Mediterraneo. *Notiziario CISMA*, **7-8**: 2-14.
Gmelin J.F., 1791. Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteristibus, differentiis, synonymis, locis (13th ed.), Lipsiae, G.E. Beer, vol. 1 (6): 3021-3910.
Gualtieri N., 1742. *Index Testarum Conchylorium quae adservantus in Museo Nicolai Gualieri... et methodice distributae exhibentur tabulis CX (Introductio ad historiam Testaceorum a... P. Tournefortio in codice MS. relicta)*. Albizzini, Florentiae, 23 pp., 110 tavv.
HABE T., 1964. *Fauna Japonica. Scaphopoda (Mollusca)*. Biogeographical Society of Japan, Electrical Engineering College Press, Tokyo, 59 pp.
Hörnes M., 1856. Die Fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien unter der Mitwirkung von Paul Partsch. *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt, Wien*, vol. 3, 1 (Univalven), 736 pp.
Kotaka T., 1950. Similarity in the Turritellid Philogeny in the late Cenozoic. *Science Reports of the Tohoku Univeristy at Sendai*, s. 2, **spec. vol. 4**: 301-308.
Kokouras A., 1986. Benthic fauna of the Northern Aegean Sea: III, Dentaliidae. *Oebalia*, (n.s), **13**: 185-194.
La Perna R., 1998. The larval shells of *Graptacme agilis*, *Entalina tetragona* and *Pulsellum lofotense* (Scaphopoda) from the Mediterranean. *Bollettino Malacologico*, **33** (9-12): 123-126.
Lamarck J.B.P.A., 1818. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. Vol. 5. Paris, Lanoe, 612 pp.
Mars P., 1947. Notes de Malacologie marine régionale. *Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle, Marseille*, **7** (2-3): 96-102.
Mars P., 1956. Faunes malacologiques du Pliocène et du Quaternaire de Milazzo (Sicile). *Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle, Marseille*, **16**: 33-52.
Martini F.H.W., 1769. *Neues Systematisches Conchylien Cabinet, geordnet und beschrieben*. Vol. 1. Nürnberg, Gabriel Nicolaus Raspe, 408 pp.
Mienis H.K., 1992. Molluscs from the excavation of the Early Arabic site of Giv'at Hayil, Negev, Israel. *De Kreukel*, **28** (4-5): 60.
Montefameglio L., Pavia G. & Rosa D.A., 1979. Associazioni a molluschi del Tabianiano del Basso Monferrato (Alba, Italia N.W.). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **18** (2): 173-199.
Monterosato T.A., 1872. *Notizie intorno alle conchiglie fossili di Monte Pellegrino e Ficarazzi.* Ufficio Tipografico di Michele Amenta, Palermo, 44 pp.
Moroni M.A. & Ruggieri G., 1980. Due Siphodentaliidae del Saheliano del Palermitano (Mollusca, Scaphopoda). *Il Naturalista siciliano*, s. 4, **4** (1-2): 45-51.
Moroni M.A. & Ruggieri G., 1981. *Cadulus* (*Sulcogadila* n. subgen.) *caprottii* n. sp., nuovo scafopode del Siciliano (Pleistocene Inf.) di Palermo. *Bollettino Malacologico*, **17** (1-2): 27-31.
Öztürk B., Buzzurro G. & Benli A., 2004. Marine molluscs from Cyprus: new data and checklist. *Bollettino Malacologico*, **39**: 49-78.
Palmer C.P., 1974. A supraspecific classification of the scaphopod Mollusca. *The Veliger*, **17**: 115-123.
Pavia G. 1991. I molluschi del Messiniano di Borelli (Torino). 2. Scaphopoda. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino*, **9** (1): 105-172.
Philippi R.A., 1844. *Enumeratio Molluscorum Siciliae, cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium, quae in itinere suo observavit*. Vol. 2. E. Anton, Halle, 303 pp.
Pilsbry H.A. & Sharp B., 1897-1898. Scaphopoda, in Tryon G.W & Pilsbry H.A (eds), *Manual of Conchology*. Vol. 17. Conchological Section, Academy of Natural Sciences, Philadelphia: 1-280 (1897: 1-144, tavv. 1-26; 1898: 145-280, tavv. 27-37).
Pinna G., 1971. I Tipi delle specie dì Gasteropodi terziari istituite da Giuseppe De Cristoforis e Giorgio Jan nel 1832 conservati nelle collezioni del Museo civico di Storia Naturale di Milano. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **112** (4): 421-446.
Repetto G. & Lacroce L., 2004. Il contenuto malacologico delle "Argille di Lugagnano" di Montà d'Alba (Cuneo). *Bollettino Malacologico*, **39**: 191-202.
Robba E., 1968. Molluschi del Tortoniano-tipo (Piemonte). *Rivista Italiana di Paleontologia*, **74**: 457-461.
Rossi Ronchetti C., 1955. I tipi della "Conchiologia Fossile Subappennina" di G. Brocchi. Parte II: Gastropodi, Scafopodi. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, Memorie*, **5** (2): 91-343.
Ruggieri G., 1949. La malacofauna del Calabriano romagnolo. *Giornale di Geologia*, s. 3, **20**: 63-1 103.
Ruggieri G., 1979. *Cadulus (Gadila) razzorei* Caprotti, 1979. Una opinione. *Bollettino Malacologico*, **16** (3-4): 95-96.
Sacco F., 1897. *I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria*. Clausen, Torino, Parte 22: 148 pp.

Sars G.O., 1872. *Some remarkable forms of animal life from the great deeps off the Norwegian coast. I. Partly from posthumous manuscripts of the late Professor Dr Michael Sars*. University Program for the 1st half-year1869. Christiana, Brogger & Christie, 82 pp.

Scarabino V., 1995. Scaphopoda of the tropical Pacific and Indian Oceans, with descriptions of 3 new genera and 42 new species, in Bouchet P. (ed.), *Résultats des Campagnes MUSORSTOM*, vol. 14. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, **167**: 189-379.

Seguenza G., 1880. Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). *Atti della Reale Accademia dei Lincei*, **1879-80**:1-446.

Sowerby G. B. (II), 1860. *Monograph of the genus Dentalium. Thesaurus Conchyliorum*, vol. 3: 97-104, tavv. 1-3.

Steiner G. & Kabat A.R., 2001. Catalogue of supraspecific taxa of Scaphopoda (Mollusca). *Zoosystema*, **23** (3): 433-460.

Steiner G., 1992. Phylogeny and classification of Scaphopoda. *Journal of Molluscan Studies*, **58**: 385-400.

Steiner G., 1997. Scaphopoda from the Spanish coasts. *Iberus*, **15**: 95-111.

Trono D., 2006. Nuovi dati sulla malacofauna del Salento (Puglia meridìonale). *Bollettino Malacologico*, **42** (5-8): 58-84.

Lavoro ricevuto il 23 settembre 2008
Lavoro accettato il 30 aprile 2009

Boll. Malacol., **45** 45-48 (1/2009)

Murexsul cevikeri (Houart, 2000) nei mari italiani e nel Pleistocene superiore siciliano (Gastropoda, Muricidae)

Giuseppe Bonomolo*, Fabio Liberto#, Agatino Reitano° (✉)
& Giuseppe Colamonaco§

* via delle Terme 12, 60035 Jesi (AN), Italia, gp.bonomolo@libero.it

Strada Provinciale Cefalù Gibilmanna 93, 90015 Cefalù (PA), Italia, fabioliberto@libero.it

° via Gravina 77, 95030 Tremestieri Etneo (CT), Italia, tinohawk@yahoo.it
(✉) Corresponding Author

§ Corso Umberto I 146, 70022 Altamura (BA), Italia, colamonacogiuseppe@tin.it

Riassunto
Si segnala il ritrovamento di *Murexsul cevikeri* (Houart, 2000) per le acque italiane, più precisamente per Santa Flavia e Cefalù (Palermo), Siracusa, Scilla (Reggio Calabria) e Gallipoli (Lecce). Questa specie era nota solo per il Mediterraneo orientale (Turchia, Cipro e Grecia) e viene qui segnalata per la prima volta per i mari italiani, mentre le citazioni per il Mar Tirreno (Sardegna) vanno riferite ad una forma particolarmente spinosa di *Muricopsis cristata* (Brocchi, 1814). *Murexsul cevikeri* viene anche riportata per il Tirreniano (Pleistocene superiore) di Capo Milazzo (Messina). Sono evidenziate ed illustrate le differenze nella conchiglia e nella colorazione esterna del mollusco tra *Muricopsis cristata* e *Murexsul cevikeri*.

Abstract
Murexsul cevikeri (Houart, 2000) is reported from several localities in Southern Italy (Palermo, Siracusa, Reggio Calabria, Lecce). These are the first records from the Italian Seas, whereas previous records from Sardinia should be referred to markedly spiny specimens of *Muricopsis cristata* (Brocchi, 1814). Before the present records, *Murexsul cevikeri* was only known from the Eastern Mediterranean (Turkey, Cyprus and Greece). It is also recorded from the Late Pleistocene (Tyrrhenian) of Capo Milazzo (NE Sicily). The differences in shell and soft parts between *Muricopsis cristata* and *Murexsul cevikeri* are pointed out.

Parole chiave
Gastropoda, Muricidae, *Muricopsis*, *Murexsul*, Mediterranean.

Introduzione

Nel Mediterraneo, la sottofamiglia Muricopsinae Radwin & D'Attilio, 1971 è rappresentata da 4 specie (Merle & Houart, 2003; Cecalupo et al., 2008): *Muricopsis cristata* (Brocchi, 1814), *Muricopsis ghisotii* Cecalupo, Buzzurro & Mariani, 2008, *Murexsul aradasii* (Poirier, 1883 ex Montorosato ms.) e *Murexsul cevikeri* (Houart, 2000).
Di queste specie, *Muricopsis cristata* e *Murexsul aradasii* hanno un'ampia distribuzione in tutto il Mediterraneo, mentre *Muricopsis ghisottii* risulta endemica delle Isole Kerkennah (Tunisia, Golfo di Gabès). *Murexsul cevikeri* era noto solo per il Mediterraneo orientale.
Nel corso di campionamenti a vista in apnea e dal vaglio di detrito prelevato nel corso di immersioni con ARA, effettuati in differenti stazioni lungo le coste della Sicilia, della Calabria e della Puglia meridionale, durante il periodo che va da maggio a novembre 2008, sono stati rinvenuti ed identificati numerosi esemplari viventi e non, di *Murexsul cevikeri*. Questi rinvenimenti ampliano la distribuzione della specie al Mar Tirreno ed al Mar Ionio.

Materiali e metodi

L'identificazione degli esemplari rinvenuti come *Murexsul cevikeri* è basata sui caratteri morfologici relativi alla struttura della scultura spirale, ed è stata confermata da R. Houart (com. pers.). Su alcuni esemplari viventi, posti in acquario, è stato possibile fotografare il corpo in estensione.
Per l'esame della scultura spirale, è stato utilizzato il metodo e la terminologia proposti da Merle (2001): P = corda primaria, P1-P6 = corde primarie presenti nella parte centrale del giro di teleoconca.
Il materiale esaminato è rappresentato da 77 esemplari, comprendenti anche un fossile del Pleistocene. L'elenco del materiale, completo di località e collocazione degli esemplari, è riportato in **Tab. 1**.

Risultati e discussione

Murexsul cevikeri (Houart, 2000), venne originariamente descritto per il Mediterraneo orientale, con località tipo il Golfo di Iskenderun (Turchia). Nello stesso lavoro, vennero inoltre citate come località di ritrovamento Bozcaada, Kale e Mersin, per la Turchia, Aya Napa, per l'isola di Cipro e Saronikos per la Grecia, con riferimento all'esemplare erroneamente illustrato in Tenekides (1989: p. 38, fig. 50.12) come *Ocinebrina hybrida* (Aradas & Benoît, 1876). Successivamente, Houart (2001) conferma la specie per il Mediterraneo orientale.
Questa specie fu ascritta al genere *Muricopsis* Bucquoy & Dautzenberg, 1882 (specie tipo: *Murex blainvillei* Payraudeau, 1826 = *Murex cristatus* Brocchi, 1814) in modo dubitativo (Houart, 2000, 2001). Successivamente Merle & Houart (2003) la riferirono al genere *Murexsul* Iredale,

Località	Profondità	Esemplari
Santa Flavia, Capo Zafferano (Palermo)	4-12 m	4 es. (CGB), 13 es. (CFL), 10 es. (CAR), 7 es. (CAG), 2 es. (CPS), 3 es. (CDB), 1 es. (CDD)
Santa Flavia, Capo Zafferano (Palermo)	30 m	2 conch. (CAR)
Cefalù, Giudecca (Palermo)	2-5 m	2 conch. (CFL)
Capo Murro di Porco (Siracusa)	5-10 m	2 conch. (CAR)
Scilla (Reggio Calabria)	56 m	1 conch. (CAR)
Gallipoli (Lecce)	0-1 m	9 conch. (CGB)
Gallipoli (Lecce)	0-1 m	4 es. (CGB), 4 es. (CGC), 1 es. (CFC), 3 es. (CFD), 2 es. (CPR), 2 es. (CPT)
Cala Sant'Antonino (Milazzo), Pleistocene superiore (Tirreniano)		1 (MPUC, ex CAR)

Tab. 1. Località, profondità di raccolta e collocazione del materiale esaminato. Abbreviazioni: es. = esemplare vivente; conch. = conchiglia priva di parti molli; coll. = collezione; CGB = coll. G. Bonomolo, Jesi; CFL = coll. F. Liberto, Cefalù; CAR = coll. A. Reitano, Tremestieri Etneo; CGC = coll. G. Colamonaco, Altamura; CAG = coll. A. Germanà, Pedara; CFC = coll. F. Crocetta, Napoli; CFD = coll. F. Daga, Carbonia; CPR = coll. P. Russo, Venezia, CPT = coll. P. Trillò, Roma; CDB = coll. A. Di Bella, Patti; CPS = coll. P. Sossi, Trieste; CDD = coll. D. Di Franco, Gravina di Catania; MPUC = Museo di Paleontologia dell'Università di Catania.

Tab. 1. Locality, collecting depth and repository of the examined material. Abbreviations: es. = living specimen; conch. = empty shell; coll. = collection; CGB = coll. G. Bonomolo, Jesi; CFL = coll. F. Liberto, Cefalù; CAR = coll. A. Reitano, Tremestieri Etneo; CGC = coll. G. Colamonaco, Altamura; CAG = coll. A. Germanà, Pedara; CFC = coll. F. Crocetta, Napoli; CFD = coll. F. Daga, Carbonia; CPR = coll. P. Russo, Venezia, CPT = coll. P. Trillò, Roma; CDB = coll. A. Di Bella, Patti; CPS = coll. P. Sossi, Trieste; CDD = coll. D. Di Franco, Gravina di Catania; MPUC = Museo di Paleontologia dell'Università di Catania.

1915 (specie tipo: *Murex octogonus* Quoy & Gaymard, 1833), sulla base della scultura spirale.

Murexul cevikeri risulta caratterizzato dallo sviluppo di 4 corde primarie (P1+P3+P4+P5) nella porzione centrale dell'ultimo giro, mentre P2 e P6 appaiono notevolmente ridotte o completamente assenti. Le corde primarie si presentano distanziate, e le secondarie molto ridotte o assenti. Nei giri precedenti, invece, risulta ben visibile solo P1, ed eccezionalmente P3, lungo la sutura in taluni esemplari. In *Muricopsis cristata* (**Fig. 1S,T**), P1, P2, P3, P4 e P5 hanno uno sviluppo costante, e sono ben distinguibili nell'ultimo giro, mentre P6 è normalmente ridotta o assente. Nei giri precedenti sono sempre visibili P1+P2.

Tra il materiale esaminato, gli esemplari provenienti dallo Ionio (Gallipoli, **Fig. 1O-R**, e Siracusa), presentano caratteristiche conchigliari affini, anche per dimensioni, agli esemplari del Mediterraneo orientale, mentre gli esemplari provenienti dal Tirreno (Cefalù, S. Flavia, **Fig. 1A-L**; e Scilla), possiedono una colorazione più chiara, tendente al bruno-rossiccio, e sono mediamente di minori dimensioni. Nel materiale proveniente da Santa Flavia (**Fig. 2B,C**) e da Gallipoli (**Fig. 2A**), la colorazione del corpo dell'animale è biancastra con piccole macchie scure, mentre in *Muricopsis cristata* (**Fig. 2D**) delle stesse località il corpo è bruno scuro, con tenui macchie chiare. In entrambe le specie, la suola è di color crema ed i tentacoli sono di coloro biancastro con macchia scura terminale.

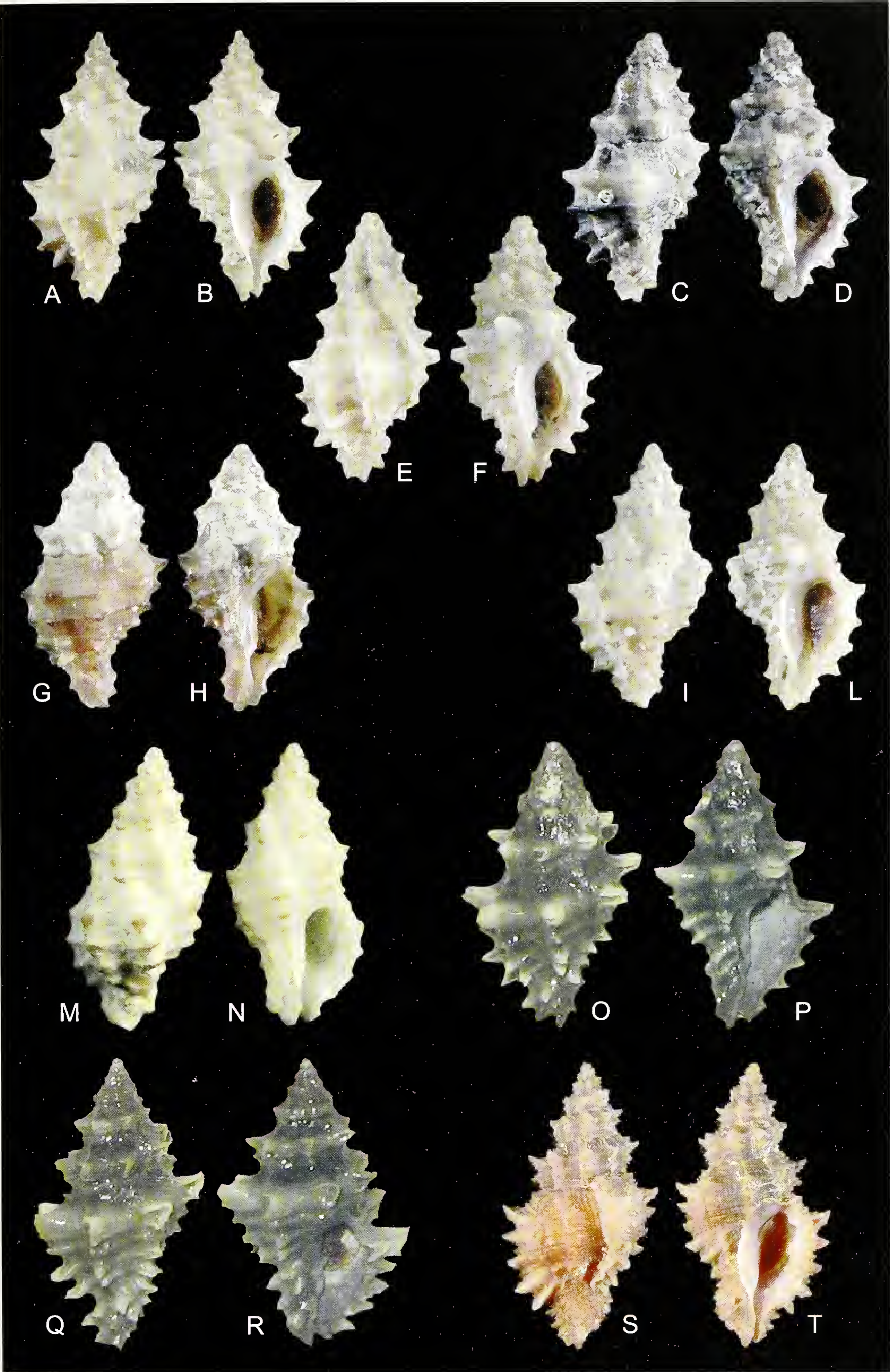
In tutte le località esaminate, *Muricopsis cristata* e *Murexsul cevikeri* sono risultate simpatriche, in ambienti rocciosi a profondità comprese tra 0 e 12 m. Il ritrovamento a Santa Flavia, esclusivamente in ambienti semioscuri colonizzati prevalentemente da *Astroides calycularis* (Pallas, 1766), sembrerebbe indicare delle preferenze sciafile per *M. cevikeri*.

L'esemplare fossile raffigurato da Ruggieri & Greco (1965: tav. 8, fig. 7a,b) come *Muricopsis blainvillei*, è da riferire a *Murexsul cevikeri*. Tale attribuzione è confermata dal rinvenimento di un ulteriore esemplare (**Fig. 1M,N**), molto simile a quello illustrato, negli stessi livelli "milazziani" di Ruggieri & Greco (1965). Tali livelli sono stati successivamente riferiti al Pleistocene superiore (Hearty et al., 1986), e più precisamente al Tirreniano (Vai, 1996).

Giannuzzi-Savelli et al. (2003: p. 84-85, fig. 146) illustrarono come *Muricopsis cevikeri*, un esemplare subadulto proveniente dal Golfo di Arzachena (Oristano). A nostro avviso, per il tipo di scultura spirale, questo esemplare, rappresenta una forma particolarmente spinosa di *Muricopsis cristata*. Anche Doneddu & Trainito (2005: p. 110, fig. 204) segnalano *Muricopsis cevikeri*, per le acque della Sardegna (Arzachena), confrontando il loro esemplare con quello illustrato in Giannuzzi-Savelli et al. (2003) (M. Doneddu, com. pers.). Entrambi gli esemplari raffigurati sono caratterizzati da scultura spirale più pronunciata, in cui P2 risulta evidente e non ridotta, mentre nei giri precedenti sono ben visibili P1 e P2: questi caratteri non sono riconducibili a *Murexsul cevikeri*, ma a *Muricopsis cristata*.

Fig. 1. A-R. *Murexsul cevikeri* (Houart, 2000). **A, B.** Santa Flavia (Palermo), 12 mm. **C, D.** Santa Flavia (Palermo), 10,5 mm. **E, F.** Santa Flavia (Palermo), 11 mm. **G, H.** Santa Flavia (Palermo), 9,8 mm. **I, L.** Santa Flavia (Palermo), 11,3 mm. **M, N.** Capo Milazzo (Messina), Pleistocene superiore (Tirreniano), 12 mm. **O, P.** Gallipoli (Lecce), 21 mm. **Q, R.** Gallipoli (Lecce), 25 mm. **S, T.** *Muricopsis cristata* (Brocchi, 1814), Santa Flavia (Palermo), 25 mm. ☞

Fig. 1. A-R. *Murexsul cevikeri* (Houart, 2000). **A, B.** Santa Flavia (Palermo), 12 mm. **C, D.** Santa Flavia (Palermo), 10.5 mm. **E, F.** Santa Flavia (Palermo), 11 mm. **G, H.** Santa Flavia (Palermo), 9.8 mm. **I, L.** Santa Flavia (Palermo), 11.3 mm. **M, N.** Capo Milazzo (Messina), Late Pleistocene (Tyrrhenian), 12 mm. **O, P.** Gallipoli (Lecce), 21 mm. **Q, R.** Gallipoli (Lecce), 25 mm. **S, T.** *Muricopsis cristata* (Brocchi, 1814), Santa Flavia (Palermo), 25 mm.


A
B
C
D
E
F
G
H
I
L
M
N
O
P
Q
R
S
T

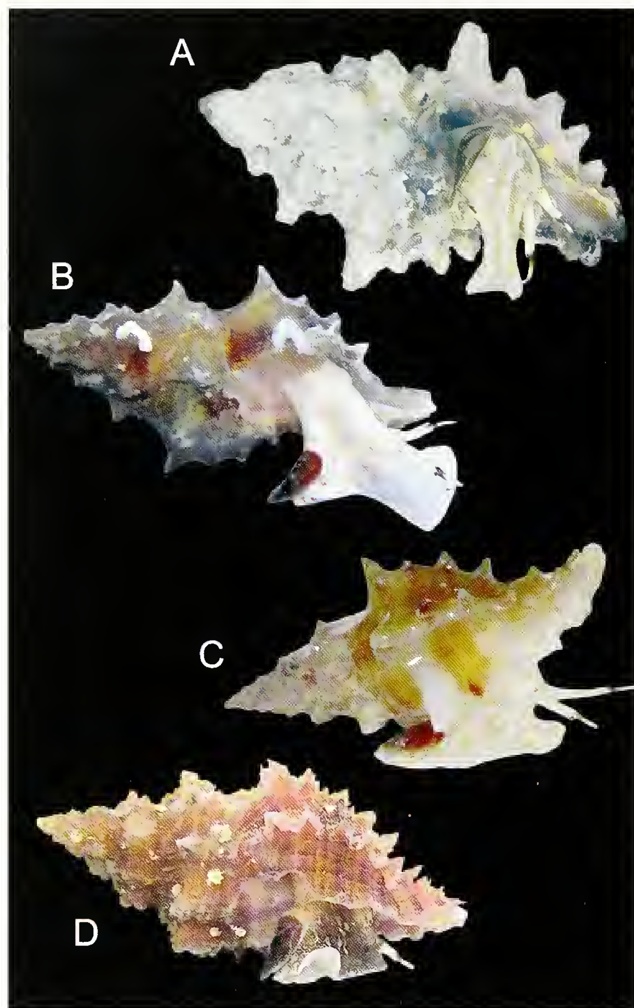


Fig. 2. A-C. *Murexsul cevikeri* (Houart, 2000). **A.** Gallipoli (Lecce), 16,2 mm. **B.** Santa Flavia (Palermo), 10,2 mm. **C.** Santa Flavia (Palermo), 11,4 mm. **D.** *Muricopsis cristata* (Brocchi, 1814), Santa Flavia (Palermo), 25 mm.

Fig. 2. A-C. *Murexsul cevikeri* (Houart, 2000). **A.** Gallipoli (Lecce), 16.2 mm. **B.** Santa Flavia (Palermo), 10.2 mm. **C.** Santa Flavia (Palermo), 11.4 mm. **D.** *Muricopsis cristata* (Brocchi, 1814), Santa Flavia (Palermo), 25 mm.

Sabelli (2006), nella checklist S.I.B.M. dei Gastropoda Prosobranchia, riporta *Muricopsis cevikeri* per le acque italiane, più precisamente per le coste della Sardegna ed Alto Tirreno, sulla base della segnalazione di Giannuzzi-Savelli et al. (2003) (B. Sabelli, com. pers.).
Sulla base di quanto discusso, le suddette segnalazioni non sono indicative per la distribuzione della specie. *Murexsul cevikeri* ha comunque un'areale più ampio rispetto a quanto noto ai tempi della sua descrizione. La specie è presente nel Mediterraneo centrale, in particolare nel Tirreno meridionale e nel Mar Ionio. Inoltre, risulta presente nel Tirreno meridionale almeno dal Pleistocene superiore, come documentato dai ritrovamenti nei deposti tirreniani della Penisola di Milazzo.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento a Roland Houart (Bruxelles, Belgio), per le informazioni, l'aiuto bibliografico e la conferma dell'identità degli esemplari, a Rafael La Perna (Università di Bari), per i preziosi consigli forniti durante la stesura del manoscritto, al Prof. Italo Di Geronimo per le informazioni riguardanti i livelli stratigrafici milazziani.
Si ringraziano, a vario titolo, Alfio Germanà, Antonino Di Bella e Giacomo Sicali (Catania), Bruno Fumanti e Silvia Alfinito (Latina), Paolo Russo (Venezia), Peter Sossi (Trieste), Fabio Daga (Cagliari), Enzo Campani (Livorno), Italo Nofroni e Piergiorgio Trillò (Roma), Ermanno Quaggiotto (Vicenza), Bruno Sabelli (Bologna), Mauro Doneddu (Oristano) e Fabio Crocetta (Napoli).
Gli autori desiderano ringraziare anche Benito Oliva e Aldo Marinelli (Roma), amministratori del sito internet *www.naturamediterraneo.com/forum*.

Bibliografia

Cecalupo A, Buzzurro G & Mariani M., 2008. Contributo alla conoscenza della malacofauna del Golfo di Gabès (Tunisia). *Quaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano*, **31**: 1-267.

Doneddu M. & Trainito E., 2005. *Conchiglie del Mediterraneo*. Il Castello, Cornaredo, Milano: 256 pp.

Giannuzzi-Savelli R., Pusateri F., Palmieri A. & Ebreo C., 2003. *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 4, parte prima: (Neogastopoda: Muricoidea)*. Evolver, Roma: 298 pp.

Hearty P.J., Miller G.H., Stearns C.E. & Szabo B.J., 1986. Aminostratigraphy of Quaternary shorelines in the Mediterranea Bassin. *Geological Society of America Bulletin.*, **97**: 850-858.

Houart R., 2000. New species of Muricidae (Gastropoda) from the northeastern Atlantic and the Mediterranean Sea. *Zoosystema*, **22** (3): 459-469.

Houart R., 2001. *A Review of the Recent Mediterranean and Northeastern Atlantic species of Muricidae*. Evolver, Roma: 227 pp.

Merle D., 2001. The spiral cords and the internal denticles of the outer lip in the Muricidae: terminology and methodological comments. *Novapex*, **2** (3): 69-91.

Merle D. & Houart R., 2003. Ontogenetic changes of the spiral cords as keys innovation of the muricid sculptural patterns: the example of the *Muricopsis-Murexsul* lineages (Gastropoda: Muricidae: Muricopsinae). *Comptes Rendus Palevol*, **2**: 547–561.

Radwin G. & D'Attilio A., 1976. *Murex shells of the world. An illustrated guide to Muricidae*. Stanford University Press, Stanford: 284 pp.

Ruggieri G. & Greco A., 1965. Studi geologici e paleontologici su Capo Milazzo, con particolare riguardo al Milazziano. *Geologica Romana*, **4**: 41-88.

Sabelli B., 2006. "Famiglia Muricidae" in Oliverio M., 2006. Gastropoda Prosobranchia. La checklist della fauna marina italiana - http://www.sibm.it/checklist/principalechecklistfauna.htm.

Tenekides N., 1989. *Mia sillogli conchyliòn apò tis Ellinikès Thalasses*. Publ. priv. Athens: 187 pp (in Greco).

Vai G.B, 1996. Revisione critico-storica dei Piani marini del Quaternario. *Miscellanea, Servizio Geologico d'Italia*, **7**: 1-179.

Lavoro ricevuto il 20 aprile 2009
Lavoro accettato il 25 maggio 2009

a ropriatamente disposte nello spazio disponibile, in modo da evitare ampie aree vuote. L ette di scala, nere o bianche, possono essere applicate sulle illustrazioni.
L nappe vanno preparate come figure al tratto, semplici e prive di elementi grafici non u ai fini del lavoro (es.: confini di stato), con le località citate nel testo ben evidenti.
L llustrazioni vanno tenute separate dal testo. La pubblicazione di illustrazioni a colori d rebbe essere preliminarmente accordata con l'Editore. Gli originali delle illustrazioni v no spediti solo dopo l'accettazione definitiva del manoscritto.

T BELLE

L abelle vanno composte come files di testo, esattamente alla dimensione di stampa (si v a Illustrazioni), con un carattere *sans-serif* non più piccolo di 8-9 punti. Vanno evitati b di spessi e griglie eccessivamente pesanti. Le tabelle sono citate nel testo come Tab. (e Tab. 2, Tabb. 3-6). Le abbreviazioni vanno spiegate in didascalia od in Materiale e n odi. Le tabelle non vanno inserite nel testo, ma salvati come files separati.

DIDASCALIE

Le didascalie vengono riportate in una parte distinta del manoscritto, raggruppate ed in sequenza. Devono comprendere: nome ed autore della specie illustrata, origine del materiale, dimensioni reali (non l'ingrandimento!) e la collocazione (con numero di catalogo, se disponibile). Per i manoscritti in una lingua diversa dal 'Inglese, è necessario aggiungere la traduzione in Inglese delle didascalie.

BOZZE ED ESTRATTI

La pubblicazione sul *Bollettino Malacologico* è gratuita. All'Autore corrispondente verranno inviate le bozze, un'unica volta, per via e-mail. Sulle bozze verranno corretti gli errori tipografici e di altro tipo. Cambiamenti più importanti verranno addebitati al 'Autore Le bozze corrette vanno restituite all'Editore nel più breve tempo possibile.
Gli Autori riceveranno 20 estratti gratuiti ed un versione .pdf dell'articolo. Ulteriori copie possono essere acquistate.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

E TORIAL POLICY

T *Bollettino Malacologico* is published by the Italian Society of Malacology. Manuscripts o all aspects of malacology are accepted, in one of the following languages: Italian, E lish, French and Spanish. English is strongly recommended
T e issues per year are published. The publication of monographs and articles longer t n thirty printed pages should be preliminarily arranged with the Editor.
M nuscripts submitted for publication are considered on the understanding that their c tent is original, not already published or being submitted for publication elsewhere, a approved by all the co-authors.
M uscript submission should only be made electronically to the Editor-in-Chief (*r.laperno@ g uniba.it*), as .doc or .rtf files. Illustrations should be sent as good quality .pdf or .jpg files.
A hors are requested to apply the present instructions and the rules of the International Code o oological Nomenclature. Non fulfillment implies rejection of the manuscript by the Editor.
M nuscripts are peer-reviewed by at least two reviewers. Potential reviewers can be sug- g ed by the authors, but the final choice rests with the Editor.

M NUSCRIPT ORGANIZATION

T first page contains title, author's name, author's mail and e-mail addresses. In case of jo t-authored manuscripts, the corresponding author should be indicated.
T should be informative but as brief as possible, in lower-case, boldface. Avoid abbre- v ions. Names of high systematic rank are given in parentheses.
T second page contains an abstract in the same language of the main text. For manu- s ots in language other than English, a longer English summary is needed Abstracts s uld report, in synthesis, the main results and conclusions of the work, not simply aims a generic statements. The distinctive characters of new taxa can be briefly reported, but n full descriptions or diagnoses. Avoid references to publications. A list of key words (not n e than six) in the same language of the main text is also included in the second page
T main text should be organised in distinct parts, typically as follows: Introduction, M erial and methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, in ower-case, boldface. In taxonomic works, Results are replaced with Systematics. Sec- o level headings, such as Description, Material examined, Remarks, etc. are typed in lo er-case, plain text. Avoid footnotes. Authors are requested to adopt a clear, concise s e. Avoid long sentences. Offending or discriminatory words are forbidden
A the abbreviations and acronyms used in the text should be explained, preferentially u er Material and methods. Use the standard abbreviations for measure units (e.g. "m", n "mt." for metre) and the official institutional acronyms.
It cize the names of genera, subgenera, species and subspecies but not those of higher t a. When first mentioned, species and genus names should include authority and year o publication. Abbreviation of genus names is allowed but taking care to avoid confusion a ong different genera with the same initial.
It c should be also used for quotations in the original language (within quotation marks), i ifferent from the manuscript language.
T new taxa must be mentioned for the first time when they are described, except for the a tract. Latin can be optionally used for the taxonomic ranks (e.g. Familia or Family). Di- a oses (optional) and descriptions must be given in telegraphic style, whenever possible. S onymies should include only the main references, useful to assess the species identity (e. based on material examined and well documented records).

E mple of systematic hierarchy and synonymy:
F nily Cardiidae Lamarck, 1809
S family Cardiinae Lamarck, 1809

G us *Acanthocardia* Gray, 1853
(e species *Cardium aculeatum* Linné, 1758)

C *dium indicum* Lamarck, 1819
(F . 1A-D, Fig. 2C)

C *dium hians* Brocchi, 1814: p. 508, pl. 13, fig. 6 (non Spengler, 799)
C *dium indicum* Lamarck, 1819: p. 4.
C *dium (Cardium) indicum* Lamarck - Fischer-Piette, 1977: p 112, pl. 10, fig. 4 (type).

B LIOGRAPHIC CITATIONS AND REFERENCES

A the publications to which reference is made in the text, including synonymies (but not a hors of homonyms), must appear in the final reference list, alphabetically ordered.
T es of journals and books in non-Latin alphabets should be transliterated, while paper titles should be translated into English A note indicating the original language, such as "[in Russian]" should be added.
A careful cross-check between bibliographic citation in the text and reference list should be made before submitting the manuscript

Example of citations:
.. reported by Richardson & Smith (1965)
. as known in literature (Ross et al., 1993; Rosenberg, 1995, 1997; Michelini & Andriani, 2000)
the original illustration (Torwa d, 1879: p. 56, pl. 2, fig. 5).

Example of references:
Salas C., 1996. Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, **25**: 33-100
Grill B. & Zuschin M., 2001. Modern shallow- to deep-water bivalve death assemblages in the Red Sea - ecology and biogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **168**: 75-96.
Boss K.J., 1982. Mollusca, in Parker S.P. (ed.), *Synopsis and Classification of Living Organisms*. Vol. 1. McGrow-Hill, New York: 945-1166.
Carter J.G., Campbell D.C & Campbell M.R. 2000. Cladistic perspectives on early bivalve evolution, in Harper E.M., Taylor J.D. & Crame J.A. (eds), The Evolutionary Biology of the Bivalvia. *Geological Society, London, Special Publications*, **177**: 47-95.
Vokes H.E., 1980. *Genera of the Bivalvia: a systematic and bibliographic catalogue (revised and update)*. Paleontological Research Institution, Ithaca, Edwards Brothers Inc., 307 pp.

ILLUSTRATIONS

Illustrations must be of high quality, in electronic format (.tiff), with a resolution not lower than 400 dpi for photographs and 600 dpi for drawings and graphics. They must be prepared exactly at the printing size single column (8.4 cm) or double column (17.2 cm). The maximum printing size is 17.2 × 25.5 cm. The size of each illustration should be carefully and wisely chosen, based on complexity and quantity of images, for avoiding scientifically useless and aesthetically poor results, as well as waste of printing space
All illustrations are numbered as figures in a single series with Arabic numerals, in the same order as cited in the text. In composite illustrations, lettering of component images should be made with a *sans-serif* font, such as Helvetica or Arial, using capital letters 3-5 mm in height. Labels and abbreviations should be in lower-case letters.
Illustrations should be referred to in the text as Fig. or Figs (not Figs.), whereas figures in another work are referred to as fig. or figs, as in the example: Fig. 3, Fig. 6A-F, Fig. 5A, 7B, Figs 3, 5
Images, mounted on black or white background, should be adequately sized, neither smaller than 4-5 cm, nor excessively large. They should be properly distributed in the available space, avoiding wide, empty spaces White or black scale bars can be applied on illustrations
Maps should be given as line figures, as simple as possible, with the localities cited in the text clearly indicated.
Illustrations are kept separate from the text The publication of colour illustrations should be preliminarily arranged with the Editor. Originals should only be sent following final acceptance

TABLES

Tables should be composed as text files, exactly at printing size (see under Illustrations), using a *sans-serif* font not smaller than 8-9 pts. Avoid thick borders and heavy grids. They are referred to in the text as Tab. (e.g Tab. 2, Tabs 3-6, not Tabs.). Abbreviations are explained in the captions or under Material and methods. Tables are kept as separate files, not embedded in the text

CAPTIONS

Captions are reported in a distinct section of the manuscript, grouped together in sequence. They must include: name and authority of the species, origin of the material, real size (not magnification!) and repository (with catalogue number if available). For manuscripts in language other than English, an English version of captions must be added.

PROOFS AND REPRINTS

Publication on the *Bollettino Malacologico* is free of charge
One set of proofs will be sent to the corresponding author by e-mail, for the correction of inadvertent mistakes and printer's errors More extensive alterations will be charged to the author. Corrections should be returned to the Editor as soon as possible.
Contributors will receive 20 free reprints and a .pdf version of the article. Additional reprints may be purchased.



Indice

Direttore responsabile: Paolo Crovato
e-mail: paolo.crovato@fastwebnet.it

Coordinamento produzione: Prismi srl, Napoli
Fotocomposizione: Grafica Elettronica srl, Napoli
Stampa: Arti Grafiche Solimene srl, Napoli
Finito di stampare il 30 giugno 2009

ISSN 0394-7149

bollettino malacologico
international journal of malacology
XLV 2009
n. 2



Autorizzazione del Tribunale di Milano
n. 479 del 15 ottobre 1983
Poste Italiane - spedizione in a.p. - 70%
Direzione Commerciale - Napoli
novembre 2009 spedizione n. 3/2009

Abbreviazione - Abbreviation: Boll. Malacol.

CITATO NEI: Zoological Record, A.S.F.A. (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) e Thomson Scientific Publications (Biosis Previews, Biological Abstracts).

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

LINEA EDITORIALE

Il *Bollettino Malacologico* è pubblicato dalla Società Italiana di Malacologia. Sono accettati manoscritti su tutti gli aspetti della malacologia, che siano scritti in una delle seguenti lingue: Italiano, Inglese, Francese e Spagnolo. L'uso dell'Inglese è vivamente raccomandato. Vengono pubblicati tre numeri per anno. La pubblicazione di monografie ed articoli più lunghi di trenta pagine andrebbe preventivamente accordata con l'Editore.
I manoscritti sottoposti per la pubblicazione si intendono essere inediti, non sottoposti contemporaneamente ad altre riviste, ed approvati da tutti gli eventuali co-autori.
La presentazione dei manoscritti avviene esclusivamente per via elettronica, all'indirizzo del Direttore Scientifico (*r.laperna@geo.uniba.it*), come files .doc o .rtf. Le illustrazioni possono essere fornite come files .pdf o .jpg di buona qualità.
Gli Autori sono tenuti ad applicare le seguenti istruzioni e le regole del Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica, pena il rifiuto del manoscritto da parte dell'Editore.
I manoscritti sono soggetti a *peer-review* da parte di almeno due referee. Gli Autori possono suggerire dei referee potenziali, ma la scelta resta ad insindacabile giudizio dell'Editore.

ORGANIZZAZIONE DEL MANOSCRITTO

La prima pagina del manoscritto riporta il titolo, il nome e l'indirizzo dell'autore/i, completo di indirizzo elettronico. In caso di lavoro svolto da più autori è necessario indicare l'autore corrispondente, con cui l'Editore manterrà i contatti.
Il titolo deve essere informativo, ma il più possibile breve, scritto in minuscolo, grassetto. Vanno evitate abbreviazioni. I nomi di rango sistematico elevato vanno riportati tra parentesi.
La seconda pagina contiene un riassunto nella stessa lingua del testo principale. Per i manoscritti in lingua diversa dall'inglese, occorre un *abstract* più esteso del riassunto. I riassunti [illegible] in sintesi i principali risultati del lavoro e le conclusioni, non semplicemente [illegible] generiche. I caratteri distintivi dei nuovi taxa possono essere brevemente ripor[illegible] diagnosi estese. Si evitino riferimenti bibliografici. Dopo i riassunti, va [illegible] un elenco di parole chiave (non più di sei), nella stessa lingua del testo principale.
Il testo principale del manoscritto va organizzato in parti distinte, tipicamente le seguenti: [illegible], Materiale e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti, Biblio[illegible] minuscolo grassetto. In lavori di tipo tassonomico, la parte relativa alla sistematica [illegible] Sistematica (in genere sostituisce Risultati). Titoli di secondo ordine, quali De[illegible], Materiale esaminato, Osservazioni, ecc. sono scritti in testo normale, minuscolo. Si [illegible] di pagina. Gli Autori sono tenuti ad adottare uno stile chiaro e conciso, [illegible] frasi eccessivamente lunghe. È vietato l'uso di termini offensivi o discriminatori.
[illegible] abbreviazioni e acronimi usati nel testo devono essere spiegati, possibilmente [illegible] Materiale e metodi. Si usino le abbreviazioni formalizzate per le unità di misura (es.: [illegible] per metri) e gli acronimi ufficiali per le istituzioni.
[illegible] generi, sottogeneri, specie e sottospecie vanno scritti in corsivo, non quelli [illegible] più elevato. Alla loro prima citazione, i nomi delle specie e quelli dei generi [illegible] il nome dell'autore e l'anno di pubblicazione. È possibile abbre[illegible] generi, facendo attenzione a che non si crei confusione con generi diversi [illegible].
[illegible] citazioni nella lingua originale (tra virgolette), se [illegible]
[illegible] quando vengono descritti, ad eccezione del [illegible] livelli tassonomici (es.: Familia o Famiglia).
[illegible] redatte in stile telegrafico, quando possibile.
[illegible] solo i riferimenti principali, utili a garantire [illegible] materiale esaminato dall'Autore o [illegible] letteratura).

[illegible]
[illegible]
[illegible]

Genus *Acanthocardia* Gray, 1853
(type species *Cardium aculeatum* Linné, 1758)

Cardium indicum Lamarck, 1819
(Fig. 1A-D, Fig. 2C)

Cardium hians Brocchi, 1814: p. 508, tav. 13, fig. 6 (non Spengler, 1799).
Cardium indicum Lamarck, 1819: p. 4.
Cardium (Cardium) indicum Lamarck - Fischer-Piette, 1977: p. 112, tav. 10, fig. 4 (tipo).

CITAZIONI E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Tutte le pubblicazioni alle quali si fa riferimento nel testo, incluse le sinonimie (ma non gli autori di omonimi), devono comparire nell'elenco bibliografico finale, in ordine alfabetico. Titoli di riviste e di libri in alfabeti diversi da quello Latino vanno traslitterati, mentre i titoli vanno tradotti in Inglese, aggiungendo una nota che indichi la lingua originale, come per esempio "[in Russo]".
È importante eseguire un attento controllo incrociato fra citazioni bibliografiche nel testo ed elenco bibliografico, prima di sottoporre il manoscritto.

Esempi di citazioni:
... riportato da Richardson & Smith (1965)
... come noto in letteratura (Ross et al., 1993; Rosenberg, 1995, 1997; Michelini & Andriani, 2000)
... l'illustrazione originale (Torwald, 1879: p. 56, tav. 2, fig. 5).

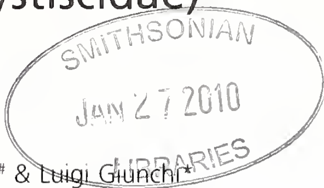
Esempi di bibliografia:
Salas C., 1996. Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, **25**: 33-100.
Gilli B. & Zuschin M., 2001. Modern shallow- to deep-water bivalve death assemblages in the Red Sea - ecology and biogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **168**: 75-96.
Boss K.J., 1982. Mollusca, in Parker S.P. (ed.), *Synopsis and Classification of Living Organisms*. Vol. 1. McGrow-Hill, New York. 945-1166.
Carter J.G., Campbell D.C. & Campbell M.R. 2000. Cladistic perspectives on early bivalve evolution, in Harper E.M., Taylor J.D. & Crame J.A. (eds), The Evolutionary Biology of the Bivalvia. *Geological Society, London, Special Publications*, **177**: 47-95.
Vokes H.E., 1980. *Genera of the Bivalvia. a systematic and bibliographic catalogue (revised and update)*. Paleontological Research Institution, Ithaca, Edwards Brothers Inc., 307 pp.

ILLUSTRAZIONI

Le illustrazioni devono essere di alta qualità, in formato elettronico (.tiff), con una risoluzione non più bassa di 400 dpi per le fotografie e di 600 dpi per i disegni ed i grafici. Vanno preparate alle esatte dimensioni di stampa, in formato colonna singola (8,4 cm) o colonna doppia (17,2 cm). L'area di stampa massima è 17,2 × 26,5 cm. La dimensione delle illustrazioni va scelta con attenzione e buon senso, sulla base della complessità e quantità delle immagini contenute, al fine di ovviare a risultati scientificamente poco utili ed esteticamente poveri, oltre allo spreco di spazio di stampa.
Tutte le illustrazioni sono numerate progressivamente, in un'unica serie, con numeri arabi, nello stesso ordine in cui sono citate nel testo. Nelle illustrazioni composite, le singole immagini vanno indicate con lettere maiuscole, di altezza pari a 3-5 mm, usando un carattere *sans-serif*, quale Helvetica od Arial. Indicazioni ed abbreviazioni sulle illustrazioni vanno in minuscolo. Le illustrazioni vanno citate nel testo come figure, usando le abbreviazioni Fig. e Figg., come nell'esempio: Fig. 3, Fig. 6A-F, Fig. 5A, 7B, Figg. 3, 5. Le illustrazioni in altri lavori vanno citate come fig. o figg.
Le immagini, montate su fondo nero o bianco, devono avere dimensioni adeguate ad un'agevole lettura, non più piccole di 4-5 cm, né eccessivamente grandi. Devono essere

Boll. Malacol., **45**: 49-53 (2/2009)

Una nuova specie di *Gibberula* (Gastropoda: Cystiscidae) per il Mediterraneo



Morena Tisselli* (✉), Franco Agamennone# & Luigi Giunchi*

* Via Novara 19, 48125 San Zaccaria, Ravenna, Italy, luigi.morenagiunchi@alice.it, (✉) Corresponding Author

\# Via Quarto dei Mille 15, 65122, Pescara, Italy, franco.agam@pescar.191.it

Riassunto

Viene descritta una nuova specie di Cystiscidae, *Gibberula cristinae* n. sp., su materiale proveniente da Scilla (Reggio Calabria) e altre località nei dintorni della Sicilia. La nuova specie ha un profilo ovoidale con una caratteristica sella alla sutura, apice ottuso con spira quasi piatta, columella con 5 pliche. *Gibberula cristinae* n. sp. è simile a diverse specie note per il Mediterraneo con le quali viene messa a confronto: *G. philippii* (Monterosato, 1878), *G. simonae* Smriglio in Giannuzzi-Savelli et. al., 2003 e *G. turgidula* (Locard & Caziot, 1900).

Abstract

Gibberula cristinae n. sp. is described from Scilla (Reggio Calabria) and others localities off Sicily. The new species has an ovoidal shape with a saddle near the suture, blunt apex with an almost flat spire, and five columellar folds. *Gibberula cristinae* n. sp. is similar to other Mediterranean species, with which it is compared: *G. philippii* (Monterosato, 1878), *G. simonae* Smriglio in Giannuzzi-Savelli et. al., 2003 and *G. turgidula* (Locard & Caziot, 1900).

Parole chiave

Mediterraneo, Scilla, Banco Skerki, Lampedusa, Cystiscidae, *Gibberula*, nuova specie.

Introduzione

Il genere *Gibberula* è presente in Mediterraneo con 10 specie: *Gibberula caelata* (Monterosato, 1877), *G. epigrus* (Reeve, 1865), *G. jansseni* Van Aartsen, Menkhorst & Gittenberger, 1984, *G. miliaria* (Linné, 1758), *G. oryza* (Lamarck, 1822), *G. philippii* (Monterosato, 1878), *G. recondita* Monterosato, 1884, *G. secreta* Monterosato, 1889, *G. simonae* Smriglio in Giannuzzi-Savelli et. al., 2003 e *G. turgidula* (Locard & Caziot, 1900) (CLEMAM, 2009). Di queste specie, solo 5 sono presenti nelle acque italiane: *G. caelata*, *G. miliaria*, *G. philippii*, *G. recondita*, *G. simonae* e *G. turgidula* (Sabelli, 2006).

In precedenza attribuito alla famiglia Marginellidae, il genere *Gibberula* fu poi assegnato alla famiglia Cystiscidae da Coovert et al. (1995), ma sembra che non ci sia un accordo generale sul tale posizione (Sabelli, 2006; CLEMAM, 2009).

La raccolta e lo studio di sedimento proveniente dall'area dello Stretto di Messina e da altre località siciliane ci ha portato all'individuazione di diversi esemplari riferibili a *Gibberula* ma non identificabili con le altre specie note. Dopo aver sottoposto il materiale in studio al confronto con le specie note, siamo giunti alla conclusione che si tratta di una specie nuova.

Materiali e metodi

Il materiale esaminato proviene da diversi lotti di sedimento prelevati in immersione in tre diverse località: Scilla (Reggio Calabria), Banco Skerki (Canale di Sicilia) e Lampedusa (Isole Pelagie) (**Fig. 1**).

A Scilla, i campioni sono stati prelevati manualmente, in media uno all'anno, da fondale detritico, ad una profondità variabile fra 38 e 44 m. Le raccolte sono state effettuate nell'arco di circa dieci anni fra il 1991 ed il 2002. L'ambiente marino è molto caratteristico: la zona del prelievo è chiamata "Dente del Diavolo" per la presenza di un monolito di roccia che dalla profondità di circa 40 m si erge per circa 20 m alla base della parete rocciosa. La zona è soggetta a forti correnti. L'acqua limpida permette alla luce di filtrare in profondità e questo consente lo sviluppo di una ricca vita sia vegetale che animale.

Al Banco Skerki il sedimento è stato prelevato a 37 m di profondità, in ambiente detritico nel luglio 1997. Questo banco è sito a circa 111 km ad ovest dell'Isola di Marettimo (Isole Egadi) nel Canale di Sicilia, in acque internazionali. É una secca lunga circa 29,4 km e larga 14,7 km con profondità variabili da 0,30 a 40 m ed è praticabile solo d'estate per un periodo ristretto.

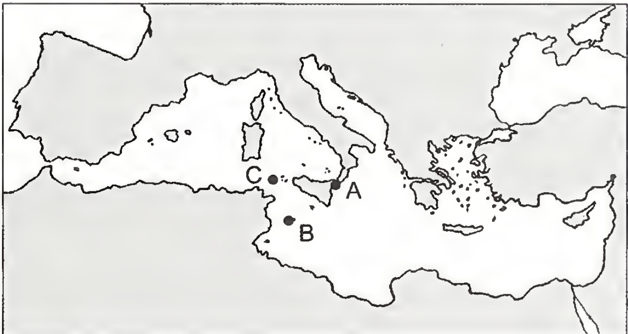


Fig. 1. Mappa dei siti di ritrovameno di *Gibberula cristinae* n. sp. **A.** Scilla; **B.** Banco Skerki; **C.** Lampedusa.

Fig. 1. Collecting localities of *Gibberula cristinae* n. sp. **A.** Scilla; **B.** Skerki Bank; **C.** Lampedusa.

A Lampedusa il sedimento è stato prelevato lungo il versante settentrionale, esposto ai venti prevalenti di maestrale, alla profondità di circa 46 m in un fondale detritico grossolano caratterizzato anch'esso da forti correnti.
I tre siti di raccolta appaiono molto simili per le loro caratteristiche ecologiche ed ambientali: trasparenza dell'acqua, intensità delle correnti di fondo e del moto ondoso superficiale, profondità. Le biocenosi prevalenti, secondo Pérès & Picard (1964), sono quella delle Sabbie Grossolane sottoposte a Correnti di Fondo (SGCF) e quella del Detritico Costiero (DC).
Nel testo sono usate le seguenti abbreviazioni: coll. = collezione; D = diametro massimo dell'ultimo giro; H = altezza della conchiglia; Hd = distanza del diametro massimo dal margine anteriore; Hd/H = posizione relativa del diametro massimo (La Perna, 1999); MNHN = Museum National d'Histoire Naturelle, Parigi; AF = Agamennone Franco (Pescara); GT = Giunchi-Tisselli (Ravenna); MC = Mazziotti Cristina (Cesenatico); MP = Micali Pasquale (Fano); NI = Nofroni Italo (Roma); VA = Vazzana Angelo (Reggio Calabria).

Sistematica

Familia: Cystiscidae Stimpson, 1865
Genus *Gibberula* Swainson, 1840
(specie tipo *Gibberula zonata* Swainson, 1840)

***Gibberula cristinae* n. sp.**
Figg. 2A-L, 3A, B, 4E, F

Materiale tipo

Olotipo (H = 2,47 D = 1,75 mm), Scilla, 42 m (MNHN 20830). Paratipo 1 (H = 2,45 D = 1,71 mm) e paratipo 2 (H = 2,47 D = 1,73 mm), Scilla, 42 m (MNHN 20831). 138 Paratipi, Scilla, 42 m (coll. GT); 10 Paratipi, Scilla, 40 m (coll. AF); 2 Paratipi, Scilla, 42 m (coll. MC); 2 Paratipi Scilla, 42 m (coll. MP); 1 Paratipo, Scilla, 42 m (coll. NI); 2 Paratipi Scilla, 42 m (coll. VA); 61 Paratipi, Scilla, 40-44 m, coll. GT; 25 Paratipi Scilla, 38 m, coll. GT; 2 Paratipi, Banco Skerki, 37 m (coll. AF); 6 Paratipi, Lampedusa, 46 m (coll. AF); 1 Paratipo, Banco Skerki, 37 m (coll. MP).

Località tipo

Scilla (Reggio Calabria), a profondità variabile fra 38 e 44 m.

Etimologia

La specie è dedicata all'amica Cristina Mazziotti.

Descrizione

Specie di piccola taglia, l'olotipo misura H = 2,47 mm e D = 1,75 mm, di forma ovoidale più ristretta nella parte anteriore, profilo arrotondato (rapporto H/D = 1,41-1,43 e Hd/H = 0,615-0,645). L'ultimo giro, rappresenta circa il 95-96 % dell'altezza totale. La spira è corta ma ben visibile, con apice ottuso leggermente appiattito. Apertura stretta ed allungata, più larga nella parte anteriore. Labbro interno con 14-15 dentelli, di cui, osservandoli iniziando dalla parte anteriore, i primi 8-9 sono posti ad intervalli regolari, mentre gli altri 5-6 sono disposti in modo irregolare; non è presente liratura interna. Il bordo del labbro diventa sempre più spesso fino ai 2/3 dell'altezza, per poi assottigliarsi nuovamente fino a congiungersi al resto della conchiglia, nel punto della sutura. Il profilo dell'apertura, nella congiunzione con il giro, forma una caratteristica sella. La callosità columellare presenta 5 pliche di cui le due anteriori più forti ed avvolgenti la columella, le altre due, più deboli, coprono appena la callosità, mentre la quinta in posizione adapicale è appena accennata. La conchiglia è liscia e lucente, trasparente in esemplari freschi. La trasparenza della conchiglia permette di vedere, dorsalmente, la falsa sutura a forma di ellisse e, nel bordo esterno del labbro, sempre in trasparenza, le impronte dei dentelli interni. La colorazione è bianco lattea in esemplari detriti mentre è bianco-vitrea in esemplari freschi. Parti molli sconosciute.

Distribuzione

La specie è conosciuta per Scilla (Reggio Calabria), per il Banco Skerki (Canale di Sicilia) e Lampedusa (Isole Pelagie). La distribuzione batimetrica va da 37 a 46 m di profondità.

Osservazioni

Tutti gli esemplari esaminati mostrano caratteri costanti ad eccezione dell'altezza della spira che è variabile: ci sono esemplari in cui è leggermente più alta (**Figg. 2A, B, E-G**) ed altri in cui è praticamente piatta con l'apice sullo stesso piano del profilo posteriore dell'apertura (**Fig. 2H**). Un esemplare proveniente dal Banco Skerki (H = 3,1 mm D = 1,98 mm) (**Fig. 3B**) ha una spira di altezza pari a circa l'8% dell'altezza totale, mentre negli altri esemplari essa non supera il 5%.
Le specie mediterranee a cui *Gibberula cristinae* n. sp. si avvicina maggiormente sono: *G. philippii* (Monterosato, 1878), *G. simonae* Smriglio in Giannuzzi-Savelli et. al., 2003 e *G. turgidula* (Locard & Caziot, 1900).
Gibberula cristinae (**Fig. 4E, F**) si differenzia da *G. philippii* (**Figg. 4A, B**) per la forma meno massiccia con profilo più ovoidale (sub triangolare in *G. philippii* con rapporto H/D = 1,46-1,48 e Hd/H = 0,671-0,687); per la spalla con la caratteristica sella (spalla discendente in *G. philippii*); per il maggior numero di pliche columellari (5) di robustezza diversa mentre in *G. philippii* sono presenti 4 pliche di uguale consistenza. La nuova specie, inoltre, sembra prediliga i substrati grossolani con frazione fangosa assente (SGCF) o scarsa (DC) mentre *G. philippii* è segnalata alla profondità di 9-12 m ed associata alla biocenosi delle alghe fotofile (Gofas, 1990).
Gibberula cristinae si differenzia da *G. simonae* per le mag-

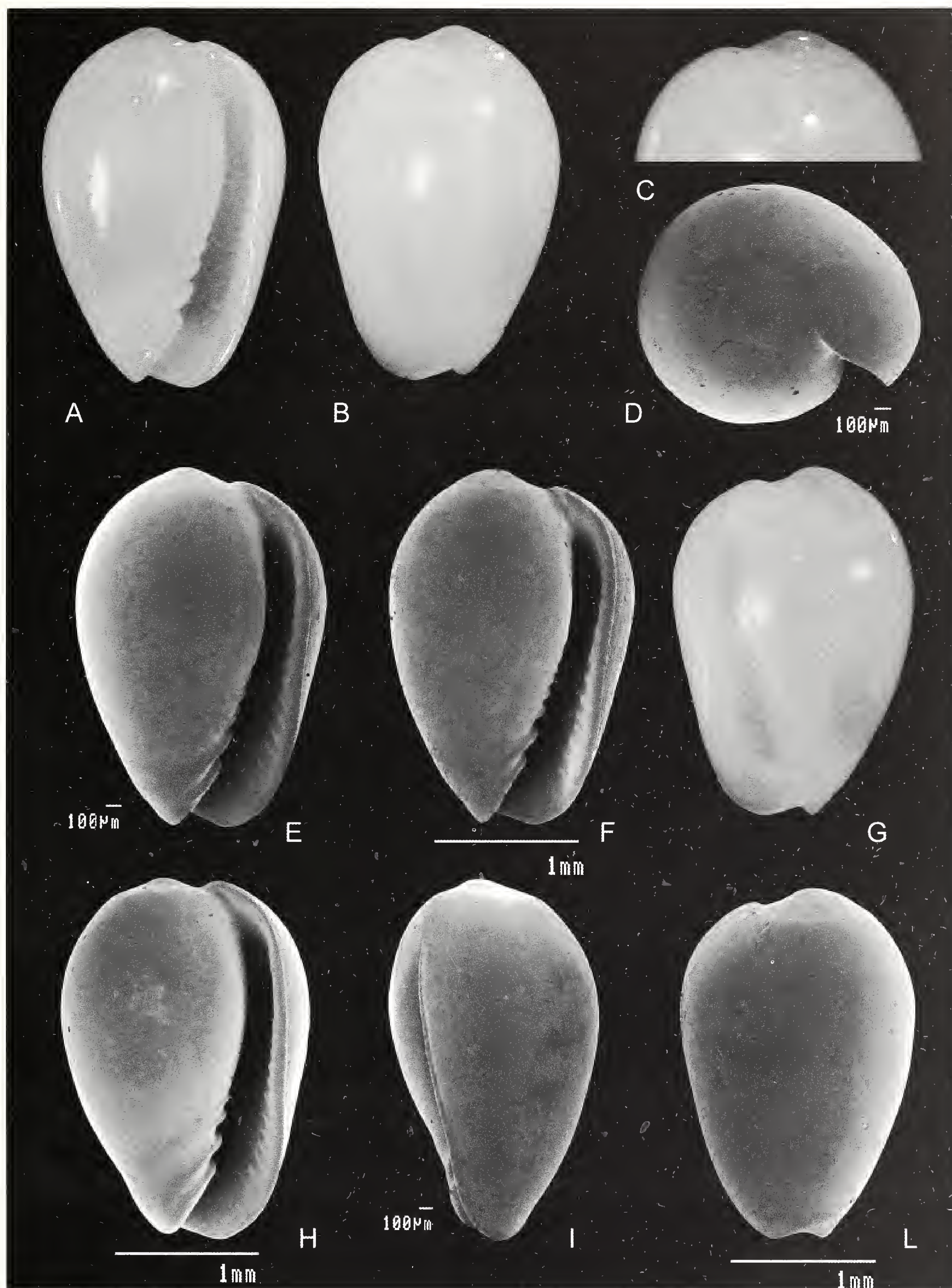
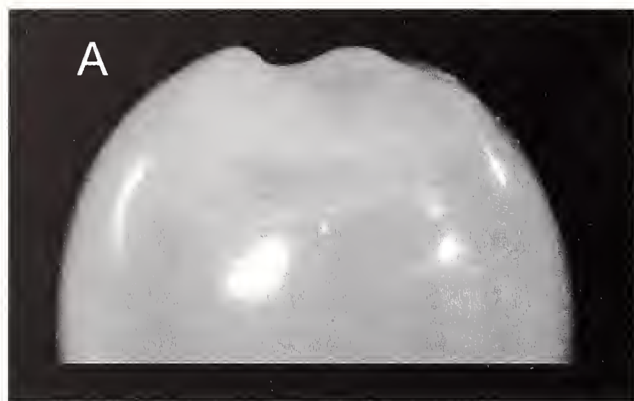


Fig. 2. *Gibberula cristinae* n. sp. **A-E.** Olotipo, H = 2,47, D = 1,75 mm, Scilla, 42 m (MNHN 20830); **C.** Particolare della spira, **D.** Vista apicale (foto SEM); **E.** vista basale (foto SEM). **F-G.** Paratipo 1, H = 2,45, D = 1,71 mm, Scilla, 42 m, (MNHN 20831); **F.** Vista basale (foto SEM), **G.** Vista dorsale. **H-L.** Paratipo 2, H = 2,47, D = 1,73 mm, Scilla, 42 m (MNHN 20831), (foto SEM); **H.** Vista basale; **I.** Vista laterale; **L.** Vista dorsale.

Fig. 2. *Gibberula cristinae* n. sp. **A-E.** Holotype, H = 2.47, D = 1.75 mm, Scilla, 42 m (MNHN 20830); **C.** Detail of spire; **D.** Apical view (SEM); **E.** Basal view (SEM). **F-G.** Paratype 1, H = 2.45, D = 1.71 mm, Scilla, 42 m, (MNHN 20831); **F.** Basal view (SEM), **G.** Dorsal view. **H-L.** Paratype 2, H = 2.47, D = 1.73 mm, Scilla, 42 m (MNHN 20831), (SEM); **H.** Basal view; **I.** Lateral view; **L.** Dorsal view.



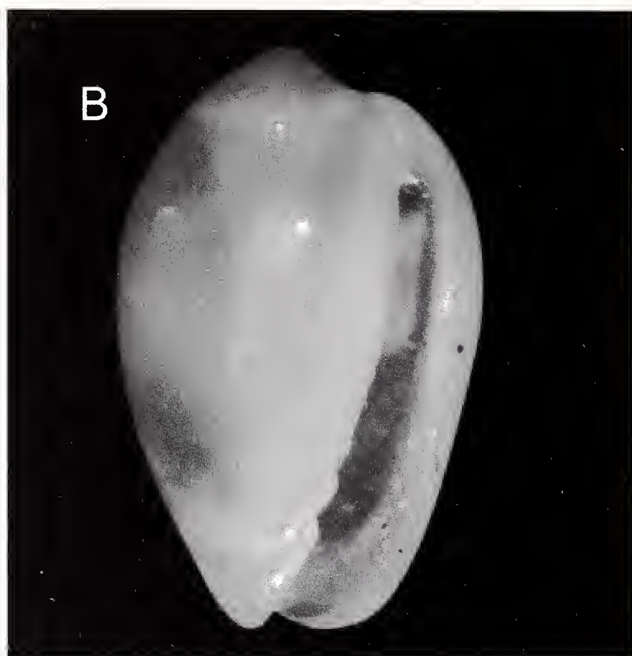


Fig. 3. *Gibberula cristinae* n. sp. **A.** Paratipo 2, particolare della falsa sutura; **B.** Banco Skerki, H = 3,1 mm D = 1,98 mm, esemplare con spira elevata.

Fig. 3. *Gibberula cristinae* n. sp. **A.** Paratype 2, detail of false suture; **B.** Skerki Bank, H = 3.1 mm, D = 1.98 mm, high spired shell.

Fig. 4. A-B. *Gibberula philippii*, H = 2,40, Scilla, 38 m. **C-D.** *Gibberula turgidula*, H = 2,20 mm, lectotipo (MNHN, foto P. Maestrati). **E-F.** *Gibberula cristinae* n. sp., H = 2,47, olotipo (MNHN 20830), Scilla, 42 m. **G-H.** *Gibberula turgidula*, H = 2,30 mm, Isola di Capraia, 280-380 m.

Fig. 4. A-B. *Gibberula philippii*, H = 2.40, Scilla, 38 m. **C-D.** *Gibberula turgidula*, H = 2.20 mm, lectotype (MNHN, photo P. Maestrati). **E-F.** *Gibberula cristinae* n. sp., H = 2.47, holotype (MNHN 20830), Scilla, 42 m. **G-H.** *Gibberula turgidula*, H = 2.30 mm, Capraia Island, 280-380 m.

giori dimensioni (l'olotipo di *G. simonae* ha le seguenti dimensioni: H = 2,0 mm, D = 1,3 mm); per il profilo ovoidale, ristretto nella parte anteriore (ovoidale allungato in *G. simonae*, con rapporto H/D = 1,46-1,48 e Hd/H = 0,67-0,68); per la spalla con la caratteristica sella (spalla arrotondata in *G. simonae*); per il maggior numero di pliche columellari (5) di robustezza diversa mentre in *G. simonae* sono presenti 4 pliche di cui le due anteriori di maggiori dimensioni; per i dentelli del labbro esterno disposti in modo irregolare ma privi dei cordoncini interni rettilinei e paralleli presenti invece in *G. simonae*. La nuova specie, inoltre, sembra prediliga

substrati grossolani con frazione fangosa assente (SGCF) o scarsa (DC) mentre *G. simonae* è stata raccolta alla profondità di 100 m e sembra prediliga i fondali detritico organogeni con abbondante componente fangosa (Smriglio in Giannuzzi-Savelli et al., 2003).

Gibberula cristinae si differenzia da *G. turgidula* per le dimensioni mediamente maggiori (il lectotipo di *G. turgidula* ha un'altezza di 2,20 mm); per il profilo ovoidale, ristretto nella parte anteriore, spira ben evidente (aspetto più cilindrico e robusto con spira piuttosto appiattita e rapporto H/D = 1,52-1,54 e Hd/H = 0,55-0,57 in *G. turgidula*); per la spalla con la caratteristica sella (spalla leggermente discendente in *G. turgidula*); per il callo columellare assente (ben visibile nella foto del lectotipo di *G. turgidula* ed occupante circa 1/3 della base); per il maggior numero di pliche columellari (5) di robustezza diversa di cui le due abapicali più robuste e parallele mentre in *G. turgidula* le pliche columellari sono 4 di cui le due anteriori non parallele. Il lectotipo di *G. turgidula* (MNHN) è qui raffigurato (**Figg. 4C, D**). La conchiglia conteneva del sedimento di colore arancione, presente anche sulla superficie. Dopo la pulizia con ultrasuoni, la conchiglia si è presentata completamente bianca (P. Maestrati, com. pers., 10 luglio 2009: "*The shell is not eroded at all. It shows many growth scars in the shell, not on the shell, that we see by transparency. The shell itself is perfectly smooth*"). Le linee di crescita che si vedono per trasparenza all'interno della conchiglia costituiscono una caratteristica alquanto insolita, che sembra non sia stata rilevata in nessuna delle altre specie mediterranee.

La nuova specie, inoltre, sembra prediliga substrati grossolani con frazione fangosa assente (SGCF) o scarsa (DC) mentre *G. turgidula* è stata raccolta alla profondità di 80 m in "*zone herbacée et corallienne*", nei fondali del nord della Corsica (Locard et al., 1900).

Ringraziamenti

Si ringraziano Roland Houart (Bruxelles) e Philippe Bouchet (MNHN, Parigi) per l'aiuto nella realizzazione delle foto al SEM e quest'ultimo anche per il permesso dell'uso della foto del lectotipo di *G. turgidula* (MNHN, Parigi). Ringraziamo inoltre Philippe Maestrati (MNHN, Parigi) per l'esecuzione delle foto al SEM della nuova specie, per le foto del lectotipo di *G. turgidula* e per le osservazioni sulla specie e Pasquale Micali per gli utili suggerimenti.

Bibliografia

CLEMAM *Check List of European Marine Mollusca* http://www.somali.asso.fr/clemam/index.html (ultima consultazione 04/04/2009).

Coovert G.A. & Coovert H.K., 1995. Revision of the supraspecific classification of Marginelliform Gastropod. *The Nautilus*, **109** (2-3): 43-110.

Gofas S., 1990. Le genre *Gibberula* (Marginellidae) en Méditerranée. *Lavori S.I.M.*, **23**: 113-139.

Giannuzzi-Savelli R., Pusateri F., Palmeri A. & Ebreo C., 2003. *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Atlas of the Mediterranean seashells*. Vol. 4, parte prima. (Neogastropoda: Muricoidea). Edizioni Evolver srl., Roma, 298 pp.

La Perna R., 1999. Pleistocene and Recent Mediterranean species of *Granulina* (Gastropoda, Marginellidae) with description of four new species. *Bollettino Malacologico*, **31** (1-4): 32-42.

Locard A. & Caziot E., 1900. Les coquilles marines des côtes de Corse. *Annales de la Société Linnéenne de Lyon*, **47**: 159-291.

Pérès J.M. & Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume, Bulletin*, **31** (47): 1-137.

Sabelli B., Oliverio M., Spada G., Manganelli G., Giovine F., Giannuzzi-Savelli R. & Pusateri F. in Oliverio M., 2006. Società Italiana di Biologia Marina. LA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA. F14 a2. Gastropoda Prosobranchia Caenogastropoda. http:www.sibm.it/CHECKLIST/ 14%20GASTROPODA%20PROSOBRANCHIA / Gastropoda%20prosobranchia%20caenogastropoda.pdf (ultima consultazione il 4/04/2009).

Lavoro ricevuto 22 agosto 2008
Lavoro accettato 20 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 55-81 (2/2009)

La famiglia Cancellariidae Forbes & Hanley, 1851 (Gastropoda) nel Plio-Pleistocene italiano: i generi *Bonellitia*, *Pseudobabylonella* n. gen., *Admete* e *Cancellicula* Tabanelli, 2008, con descrizione di tre nuove specie

M. Mauro Brunetti* (✉), Giano Della Bella#, Maurizio Forli° & Giuseppe Vecchi§

* Via 28 Settembre 1944 n. 2, 40040 Rioveggio (BO), Italia, bwqkb@tin.it, (✉) Corresponding Author

Via dei Cedri 91, 40050 Monterenzio (BO) Italia

° Via Grocco 16, 59100 Prato, Italia

§ Via P.G. Terracchini 12, 42100 Reggio Emilia, Italia

Riassunto

Vengono esaminate alcune specie di Cancellariidae del Plio-Pleistocene italiano appartenenti ai generi *Bonellitia*, *Admete* e *Cancellicula*. Viene anche proposto un nuovo genere, *Pseudobabylonella* n. gen., per specie del Pliocene italiano, precedentemente collocate nel genere *Babylonella* e per la specie attuale *Pseudobabylonella minima* (Reeve, 1846) che viene designata come specie tipo. Per il genere *Bonellitia* vengono descritte *B. palazzii* n. sp. e *B. striatissima* n. sp. che si aggiungono alle specie già note *B. bonellii* (Bellardi, 1841) e *B. serrata* (Bronn, 1831). Un'altra specie, *Bonellitia* sp., è probabilmente nuova ma il materiale disponibile non permette uno studio adeguato. Per il genere *Pseudobabylonella* n. gen. viene descritta *P. aplicata* n. sp. Al nuovo genere sono ascritte anche le specie *P. fusiformis* (Cantraine, 1835) e *P. subangulosa* (Wood, 1848), entrambe presenti nel Pliocene italiano. Per il genere *Cancellicula* Tabanelli, 2008, si considerano valide le specie *Cancellicula profunda* (Tabanelli, 1985) e *Cancellicula dregeri* (Hoernes & Auinger, 1890), di cui si figura il materiale tipico. *Admete viridula* (Fabricius, 1780) è segnalata per la prima volta per il Pleistocene inferiore italiano.

Abstract

Some cancellariid species from the Italian Plio-Pleistocene, belonging to the genera *Bonellitia*, *Admete*, *Cancellicula*, and to a new genus are studied. The new genus is *Pseudobabylonella* n. gen.: it includes species from the Italian Pliocene so far assigned to the genus *Babylonella*. The extant *Cancellaria minima* Reeve, 1846 is designated as type species. Two new species are described in the genus *Bonellitia*: *B. palazzii* n. sp. and *B. striatissima* n. sp. The genus also includes *B. bonellii* (Bellardi, 1841) and *B. serrata* (Bronn, 1831). Another species, referred to as *Bonellitia* sp., is probably new but the available material is scarce and poorly preserved. A new species is also described in the genus *Pseudobabylonella* n. gen.: *P. aplicata* n. sp. The new genus includes *Pseudobabylonella fusiformis* (Cantraine, 1835) and *P. subangulosa* (Wood, 1848), both occurring in the Italian Pliocene. The genus *Cancellicula* Tabanelli, 2008 is represented by *C. profunda* (Tabanelli, 1985) and *C. dregeri* (Hoernes & Auinger, 1890), of which the type material is illustrated. *Admete viridula* (Fabricius, 1780) is here recorded from the Italian Pleistocene for the first time.

Parole chiave

Cancellariidae, *Pseudobabylonella* n. gen., *Bonellitia*, *Admete*, *Cancellicula*, Pliocene, Pleistocene, Italia.

Introduzione

Questo lavoro costituisce la prosecuzione dello studio sulla famiglia Cancellariidae nel Plio-Pleistocene italiano (Brunetti et al., 2006, 2008). Qui sono prese in considerazione le specie riferibili ai generi *Bonellitia* Jousseaume, 1887, *Admete* Kröyer in Möller, 1842 e *Cancellicula* Tabanelli, 2008. Viene inoltre descritto un nuovo genere.
Per quanto riguarda le attribuzioni generiche ed i problemi tassonomici relativi alla famiglia, si rimanda alle considerazioni espresse in Brunetti et al. (2006, 2008).

Materiali e metodi

Il materiale esaminato, raccolto durante ricerche di superficie, proviene da vari giacimenti in gran parte di età pliocenica (**Tab. 1**). Per la nomenclatura, ci si è attenuti quando possibile a Davoli (1982, 1995), Bouchet & Warén (1985), Harasewych & Petit (1990) e Landau et al. (2006). Sono usate le seguenti abbreviazioni: H = altezza della conchiglia, misurata dall'apice sino all'estremità anteriore del canale sifonale; D = diametro massimo dell'ultimo giro; coll. = collezione; es. = esemplare; MZB = Museo di Zoologia dell'Università di Bologna; MRSN = Museo regionale Scienze Naturali di Torino; MSNM = Museo Civico di Scienze Naturali di Milano; NHMW = Naturhistorichen Museum, Geologisch-Paläontologische Abteilung, Wien (Austria).

Sistematica

Classe Gastropoda Cuvier, 1797
Sottoclasse Prosobranchia Milne Edwards, 1848
Ordine Stenoglossa Bouvier, 1887
Superfamiglia Cancellarioidea Forbes & Hanley, 1851
Famiglia Cancellariidae Forbes & Hanley, 1851
Sottofamiglia Cancellariinae Forbes & Hanley, 1851

Genere ***Bonellitia*** Jousseaume, 1887
(specie tipo *Cancellaria bonellii* Bellardi, 1841)

Conchiglia di piccole o medie dimensioni (H = 10-20 mm). Protoconca liscia o con parziale debole scultura spirale. Giri di teleoconca convessi, con rampa suturale

Albenga (Savona)	Zancleano	Sacco (1894)
Altavilla Milicia (Palermo)	Zancleano	Giannuzzi-Savelli & Reina (1983)
Armaiolo (Siena)	Zancleano-Piacenziano*	
Bacedasco (Piacenza)	Zancleano*	
Baschi (Terni)	Piacenziano	Malatesta (1974)
Cà Bianca (Bologna)	Zancleano	Della Bella & Scarponi (2004)
Castelnuovo Berardenga scalo (Siena)	Zancleano-Piacenziano	Bogi et al. (2002)
Cava Campore (Parma)	Piacenziano	Ceregato (2001)
Cava Lugagnano (Piacenza)	Zancleano	Rio et. al. (1988)
Cava rio Tombina (Bologna)	Zancleano	Della Bella & Scarponi (2007)
Ceriale (Savona)	Zancleano*	
Ciuciano (Siena)	Zancleano	Forli & Dell'Angelo (2000)
Codrignano (Bologna)	Santerniano	Ruggieri (1962)
Costa Stradivari (Piacenza)	Zancleano	Della Bella & Scarponi (2004)
Guidonia (Roma)	Piacenziano	Mancini (1997)
Monsindoli (Siena)	Zancleano	Della Bella & Scarponi (2007)
Monte Padova (Piacenza)	Piacenziano	Rio et. al. (1988)
Monte Roero (Asti)	Zancleano	Pavia (1974)
Moronico (Ravenna)	Santerniano*	
Orciano Pisano (Pisa)	Piacenziano	Gatto (1997)
Pradalbino (Bologna)	Piacenziano	Della Bella & Scarponi (2007)
Quattro Castella (Reggio Emilia)	Piacenziano	Marasti & Raffi (1977)
Rio Albonello (Ravenna)	Piacenziano	Tabanelli (1994)
Rio Gambellaro (Ravenna)	Gelasiano	Tabanelli (2008)
Rio Carbonaro (Piacenza)	Piacenziano	Della Bella & Scarponi (2007)
Rio Casinello (Bologna)	Gelasiano-Santerniano*	
Rio Crevalese (Piacenza)	Piacenziano	Brunetti & Vecchi (2005)
Rio della Rocca (Modena)	Zancleano	Brunetti & Vecchi (2003)
Rio Mescola (Bologna)	Zancleano	Della Bella & Scarponi (2004)
Rio Merli (Ravenna)	Piacenziano	Tabanelli (2008)
Rio Stramonte (Piacenza)	Piacenziano	Brunetti & Vecchi (2003)
Rio Torsero (Savona)	Zancleano	Violanti (1987)
Sabbiuno (Bologna)	Zancleano*	
San Lorenzo in collina (Bologna)	Piacenziano	Brunetti & Soccio (2006)
San Martino a Maiano (Firenze)	Zancleano*	
Tabiano Bagni (Parma)	Zancleano	Pelosio (1967)
Tabiano Castello (Parma)	Zancleano-Piacenziano*	
Tetti Borelli (Alessandria)	Tortoniano	Pavia & Robba (1979)
Torrente Stirone (Parma)	Zancleano	Papani & Pelosio (1962)
Veggia (Modena)	Gelasiano*	
Vignola (Modena)	Piacenziano	Della Bella & Scarponi (2004)
Zinola (Savona)	Zancleano	Sacco (1894)

Tab. 1. Località di raccolta, età dei depositi affioranti e riferimenti bibliografici (quando presenti). Le indicazioni cronostratigrafiche indicate con l'asterisco sono desunte dagli autori del presente lavoro sulla base delle associazioni malacologiche.

Tab. 1. Collecting localities, age of deposits and references (when available). Age indications marked with a star are proposed by the authors of the present work basing on the malacological assemblage.

poco accentuata e scultura formata dall'incrocio di coste e linee spirali più o meno evidenti; in alcune specie presenza di varici. Apertura con ampio canale sifonale; ombelico assente. Columella provvista di due pliche più o meno inclinate.

In accordo con Davoli (1982), cui si rimanda per la complessa storia di questo genere, si considera *Admetula* Cossmann, 1889 sinonimo di *Bonellitia*, in quanto i caratteri distintivi tra i due generi (presenza o assenza di varici, scultura più o meno "spinosa") non ci paiono sufficienti a giustificare tale suddivisione. In questo senso, non si condividono le conclusioni di Landau et al. (2006) e Verhecken (2007), secondo i quali *Bonellitia bonellii* e *Bonellitia serrata* appartengono a generi differenti, rispettivamente *Bonellitia* e *Admetula*.

Bonellitia bonellii (Bellardi, 1841)
(Fig. 1A-I)

Cancellaria bonellii Bellardi, 1841: p. 24, tav. 3, figg. 3-4.
Cancellaria bonellii Bellardi - D'Ancona, 1872: p. 113, tav. 13, fig. 4 a-b.
Cancellaria bonellii var. *turgidula* Cocconi, 1873: p. 166, tav. 3, figg. 32-33.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Sacco, 1894: p. 42, tav. 3, fig. 1.
Bonellitia bonellii var. *unicosticillata* Sacco, 1894: p. 43, tav. 3, fig. 2.
Bonellitia bonellii var. *laevicolligens* Sacco, 1894: p. 43, tav. 3, fig. 3.
Bonellitia bonellii var. *cancellatula* Sacco, 1894: p. 43, tav. 3, fig. 4.
Cancellaria (Bonellitia) serrata var. *pauciserrata* Sacco, 1894: p. 44, tav. 3, fig. 7.
Admete (Bonellitia) bonellii (Bellardi) - Peyrot, 1928: p. 463, tav. 13, figg. 34-35.
Admete (Bonellitia) bonellii (Bellardi) - Kojumdgeva & Strchirimov, 1960: p. 165, tav. 52, fig. 19 a-b.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Pelosio, 1967: p. 53, tav. 44, figg. 12-13.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Robba, 1968: p. 565, tav. 43, fig. 4 a-b.
? *Bonellitia bonellii* (Bellardi) - Robba, 1968: p. 565, tav. 43, fig. 5 a-b.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Caprotti, 1974: p. 31, tav. 3, fig. 7.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Marasti & Raffi, 1976: p. 197, tav. 2, fig. 2.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Davoli, 1980: p. 231, tav. 1, fig. 7-8.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Davoli, 1982: p. 62, tav. 7, figg. 12, 15, 19, 20.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Ferrero Mortara et al., 1984: p. 170, tav. 32, fig. 3.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Inzani, 1992: p. 83, tav. 3, fig. 11.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Cavallo & Repetto, 1992: p. 125, fig. 320.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Davoli, 1995: p. 251, tav. 5, figg. 6-9, 13-16.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Vera-Pelàez et. al., 1995: p. 155, tav. 4, figg. a-b, tav. 6, figg. c-d.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Lacroce & Repetto, 1999: p. 32.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Chirli, 2002: p. 76, tav. 37, figg. 1-3, 5-8.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Landau et al., 2006: p. 84, tav. 8, figg. 3-4.
Bonellitia bonellii (Bellardi) - Chirli & Richard, 2008: p. 56, tav. 11, fig. 2.

Materiale esaminato

Cava Campore (Parma), Piacenziano, 401 es. (coll. Borghi-Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi). Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, 135 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Tabiano Castello (Parma), Zancleano-Piacenziano, 62 es. (coll. Della Bella). Tabiano Bagni, Zancleano, 60 es. (coll. Della Bella). Cava Lugagnano (Piacenza), Zancleano, 36 es. (coll. Borghi-Brunetti-Della Bella-Vecchi). Orciano Pisano (Pisa), Piacenziano, 15 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi). Costa Stradivari (Piacenza), Piacenziano, 13 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Monsindoli (Siena), Zancleano, 9 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Forli). Castelnuovo Berardenga Scalo (Siena), Zancleano-Piacenziano, 5 es. (coll. Brunetti-Forli). Quattro Castella (Reggio Emilia), Piacenziano, 5 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi). Cava Rio Tombina (Bologna), Zancleano, 2 es. (coll. Brunetti). Rio Albonello (Ravenna), Piacenziano, 2 es. (coll. Brunetti). Pradalbino (Bologna), Piacenziano, 1 es. (coll. Brunetti). Torrente Strirone (Parma), Zancleano 1 es. (coll. Brunetti).

Diagnosi originale

Testa subturrita, reticulatim costata; costis acutis, in intersecatione spinosis, regularibus; spira elevata; anfractibus 7 rotundatis, transversim elegantissine striatis; striis minimis scrabiusculus; suturis profundis; basi abbreviata, truncata; labro dextro intus rugoso; columella biplicata, contorta.

Descrizione

Conchiglia di dimensioni medio-piccole (H circa 12 mm). Protoconca multispirale composta da 2,5 giri, globosi, con nucleo piccolo e sutura poco profonda; il primo giro e mezzo è liscio, l'ultimo ha tre sottili filetti spirali obsoleti nella porzione medio inferiore e termina con la comparsa di alcune costicille. Teleoconca turrita, formata da 5 giri convessi con profilo subangoloso e posteriormente depressi, separati da suture profonde. I giri della teleoconca, sono ornati da 12-13 coste assiali strette alte, prosocline, separate da intervalli molto più ampi. Cordoni spirali spinosi in corrispondenza dell'intersezione con le coste assiali, variabili in robustezza fini e subuguali nella porzione subsuturale, due più rilevati nella parte mediana conferiscono un aspetto subangoloso al profilo della conchiglia, sono inoltre presenti 4-5 filetti di dimensioni inferiori. All'incrocio tra le coste assiali e i cordoni spirali si originano

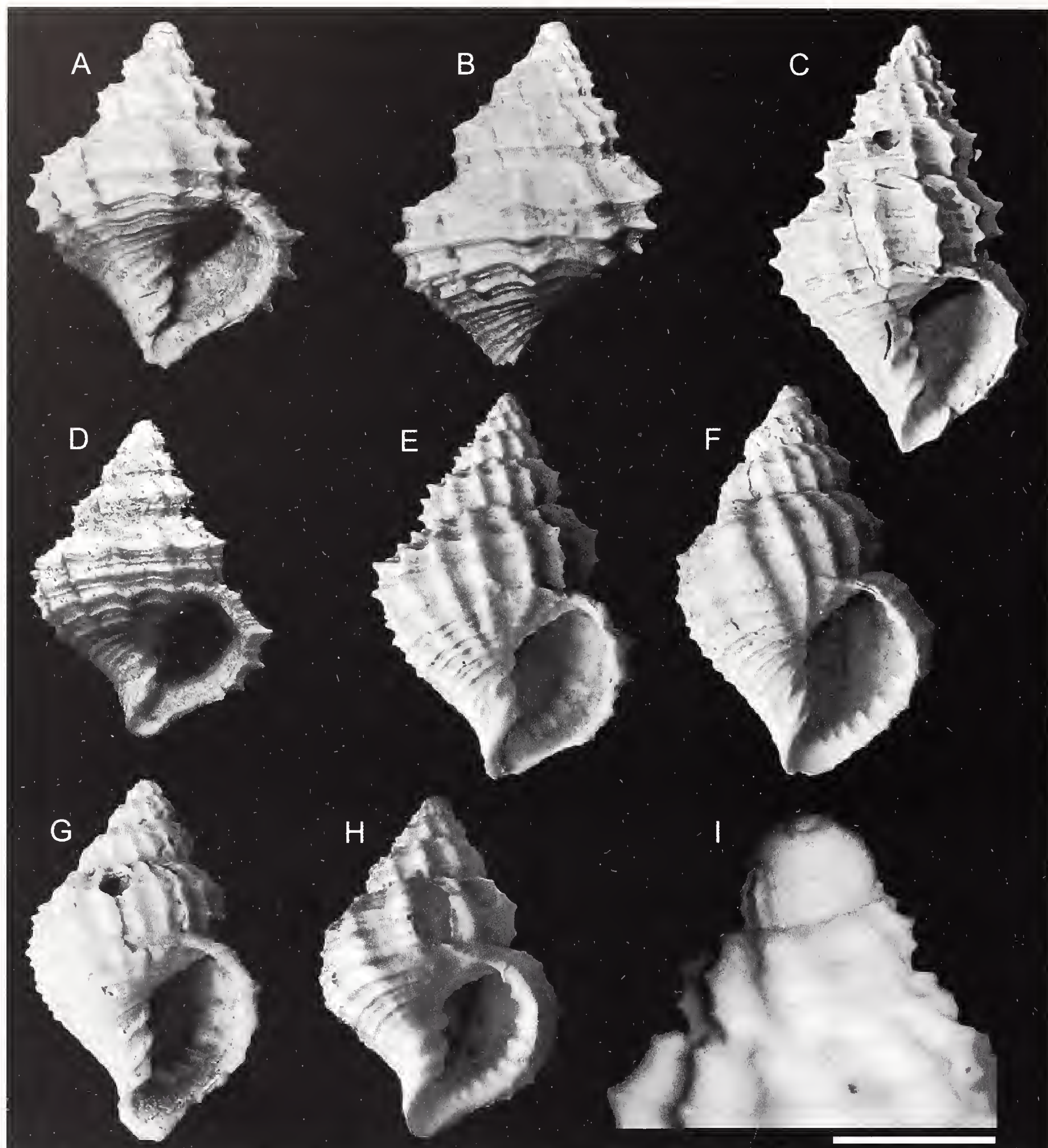


Fig. 1. *Bonellitia bonellii* (Bellardi, 1841). **A, B.** Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 10,2 mm (coll. Brunetti). **C.** Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, H = 18,8 mm (coll. Brunetti). **D.** *Bonellitia bonellii* var. *turgidula* (Cocconi, 1873), Arignano (Torino), Piacenziano, H = 9,8 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.002). **E.** *Bonellitia bonellii* var. *unicosticillata* Sacco, 1894, Sant'Agata Fossili (Alessandria), Tortoniano, H = 15 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.003). **F.** *Bonellitia bonellii* var. *laevicolligens* Sacco, 1894, Sant'Agata Fossili (Alessandria), Tortoniano, H = 16,5 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.004). **G.** *Bonellitia bonellii* var. *cancellatula* Sacco, 1894, Stazzano (Alessandria), Tortoniano, H = 13 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.005). **H.** *Bonellitia serrata* var. *pauciserrata*, Stazzano (Alessandria), Tortoniano, H = 11,3 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.008). **I.** Particolare dei primi giri, Rio Albonello (Ravenna), Piacenziano (coll. Brunetti). Scala = 1 mm.

Fig. 1. *Bonellitia bonellii* (Bellardi, 1841). **A, B.** Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 10.2 mm (coll. Brunetti). **C.** Rio Merli (Ravenna), Piacenzian, H=18.8 mm (coll. Brunetti). **D.** *Bonellitia bonellii* var. *turgidula* (Cocconi, 1873), Arignano (Torino), Piacenzian, H = 9.8 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.002). **E.** *Bonellitia bonellii* var. *unicosticillata* Sacco, 1894, Sant'Agata Fossili (Alessandria), Tortonian, H = 15 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.003). **F.** *Bonellitia bonellii* var. *laevicolligens* Sacco, 1894, Sant'Agata Fossili (Alessandria), Tortonian, H = 16.5 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.004). **G.** *Bonellitia bonellii* var. *cancellatula* Sacco, 1894, Stazzano (Alessandria), Tortonian, H = 13 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.005). **H.** *Bonellitia serrata* var. *pauciserrata*, Stazzano (Alessandria), Tortonian, H = 11.3 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.10.008). **I.** Apical whorls, Rio Albonello (Ravenna), Piacenzian (coll. Brunetti). Scale bar = 1 mm.

corte spine acute. Ultimo giro ampio, alto circa 2/3 dell'altezza totale. Apertura piccola, arrotondata, con labbro esterno internamente lirato. Bordo columellare con callo poco evidente, e due pliche inclinate, parallele.

Distribuzione

Sulla base delle numerose segnalazioni, *Bonellitia bonellii* doveva vivere a profondità corrispondenti al circalitorale profondo.

La specie è nota a partire dall'Aquitaniano (Miocene inferiore) della Francia (Peyrot, 1928). Frequenti sono le segnalazioni nel Tortoniano europeo (Bellardi, 1841; Sacco, 1894; Kojumdgeva & Strachimirov, 1960; Robba, 1968; Davoli, 1980, 1982, 1995). Nel Pliocene la distribuzione è limitata allo Zancleano e al Piacenziano.

Osservazioni

L'olotipo descritto per il Tortoniano di Sant'Agata Fossili (Alessandria) è stato successivamente figurato da Sacco (1894), Davoli (1982) e Ferrero Mortara et. al. (1984). Le pliche columellari, tre secondo molti autori, sono in realtà due, in quanto la torsione della columella è stata spesso erroneamente interpretata come una terza plica. La specie è piuttosto comune, sia nel Tortoniano che nello Zancleano e nel Piacenziano, mantenendo piuttosto costanti i caratteri della scultura della teleoconca. Uno degli esemplari figurati da Robba (1968: tav. 43, fig. 5a-b) è difficilmente riconducibile alla specie in questione, anche perché incompleto ed apparentemente molto abraso. Riteniamo che le varietà di Sacco (1894) *unicosticillata* e *laevicolligens* (**Fig. 1E, F**) del Tortoniano di Sant'Agata Fossili, e *cancellatula* del Tortoniano di Stazzano (Alessandria) (**Fig. 1G**), *Cancellaria (Bonellitia) serrata* var. *pauciserrata* Sacco, 1894 del Tortoniano di Stazzano (Alessandria) (**Fig. 1H**), e la forma *turgidula* Cocconi, 1873 del Piacenziano di Maiatico (Parma), figurata anche da Sacco (1894) (**Fig. 1D**), possano tutte rientrare nel campo di variabilità di *B. bonellii*. Al contrario, l'esemplare figurato da Venzo & Pelosio (1967) come *Bonellitia bonellii* f. *turgidula* Cocconi si discosta molto e si pensa possa corrispondere ad un'altra specie: *Cerithioderma pliocenica* (Grigis, Landau & Marquet, 2004).

Bonellitia serrata (Bronn, 1831)
(**Figg. 2A-F, 4D**)

Cancellaria serrata Bronn, 1831: p. 44, n. 211.
Cancellaria similis Aradas, 1846: p. 174, tav. 1, fig. 11 a-b (non G.B. Sowerby, 1833).
Cancellaria serrata Bronn - D'Ancona, 1872: p. 114, tav. 13, figg. 13-14.
Bonellitia serrata Bronn - Sacco, 1894: p. 43, tav. 3, fig. 5.
Bonellitia serrata (Bronn) - Harmer, 1919: p. 404, tav. 9 figg. 10-11.
Bonellitia serrata (Bronn) - Pelosio, 1967: p. 54, tav. 44, fig. 14-15.
Bonellitia (Bonellitia) serrata (Bronn) - Caprotti, 1974: p. 31, tav. 3 fig. 9.
Bonellitia serrata (Bronn) - Malatesta, 1974: p. 377, tav. 29, fig. 19.
Bonellitia serrata (Bronn) - Davoli, 1980: p. 231, tav. 1, figg. 2-6.
Bonellitia serrata (Bronn) - Davoli, 1982: p. 64, tav. 7, figg. 9-10, 13.
Bonellitia serrata (Bronn) - Inzani, 1992: p. 83, tav. 3, fig. 10.
Bonellitia serrata (Bronn) - Cavallo & Repetto, 1992: p. 124, fig. 321.
Bonellitia serrata (Bronn) - Davoli, 1995: p. 254, tav. 5, figg. 10-12.
Bonellitia serrata (Bronn) - Vera-Pelàez et. al., 1995: p. 157, tav. 4, figg. c-d, tav. 6, figg. e, f.
Bonellitia serrata (Bronn) - Lacroce & Repetto, 1999: p. 33.
Bonellitia serrata (Bronn) - Chirli, 2002: p. 77, tav. 37, figg. 9-16.
Admetula serrata (Bronn) - Landau et al., 2006: p. 85, tav. 8, figg. 5-6.
Bonellitia serrata (Bronn) - Chirli & Richard, 2008: p. 56, tav. 11, fig. 3.

Materiale esaminato

Cava Campore (Parma), Piacenziano, 200 es. (coll. Borghi-Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi). Orciano Pisano (Pisa), Piacenziano, 137 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi). Pradalbino (Bologna), Piacenziano, 108 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, 103 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, 80 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi). Tabiano Bagni (Parma), Zancleano, 73 es. (coll. Della Bella). Tabiano Castello (Parma), Zancleano-Piacenziano, 57 es. (coll. Della Bella). Rio Crevalese (Piacenza), Piacenziano, 32 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Guidonia (Roma), Piacenziano, 22 es. (coll. Della Bella-Forli-Vecchi). Cava Lugagnano (Piacenza), Zancleano, 18 es. (coll. Borghi-Della Bella-Vecchi). Bacedasco (Piacenza), Zancleano, 17 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Rio Carbonaro (Piacenza), Piacenziano, 17 es. (coll. Vecchi). Rio Albonello (Ravenna), Piacenziano 16 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Vignola (Modena) Piacenziano, 14 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Rio della Rocca (Reggio Emilia), Zancleano, 12 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Ca'Bianca (Bologna), Zancleano, 10 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Rio Stramonte (Piacenza), Piacenziano, 9 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Castelnuovo Berardenga scalo (Siena), Zancleano-Piacenziano, 6 es. (coll. Brunetti-Forli). Monsindoli (Siena), 5 es. (coll. Della Bella-Forli). San Martino a Maiano (Firenze), Zancleano, 5 es. (coll. Brunetti). San Lorenzo in collina (Bologna), Piacenziano, 4 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Costa Stradivari (Piacenza), Zancleano, 3 es. (coll. Della Bella). Quattro Castella (Reggio Emilia), Piacenziano, 3 es. (coll. Forli). Armaiolo (Siena), Zancleano-Piacenziano, 1 es. (coll. Brunetti). Baschi (Orvieto), Piacenziano, 1 es. (coll. Brunetti). Ciuciano (Siena), Zancleano, 1 es. (coll. Vecchi).

Diagnosi originale

Testa oblongo-turriculata; anfractibus convexissimis; costis lamelliformibus longitudinalibus lamellisque transversis et striis interstitialibus clathrata, columella triplicata; caudae umbilico imperforato.

Descrizione

Conchiglia di dimensioni medio-piccole (H circa 13 mm) e forma ovale, generalmente molto allungata. Protoconca multispirale composta da 2,5 giri, globosi, con nucleo

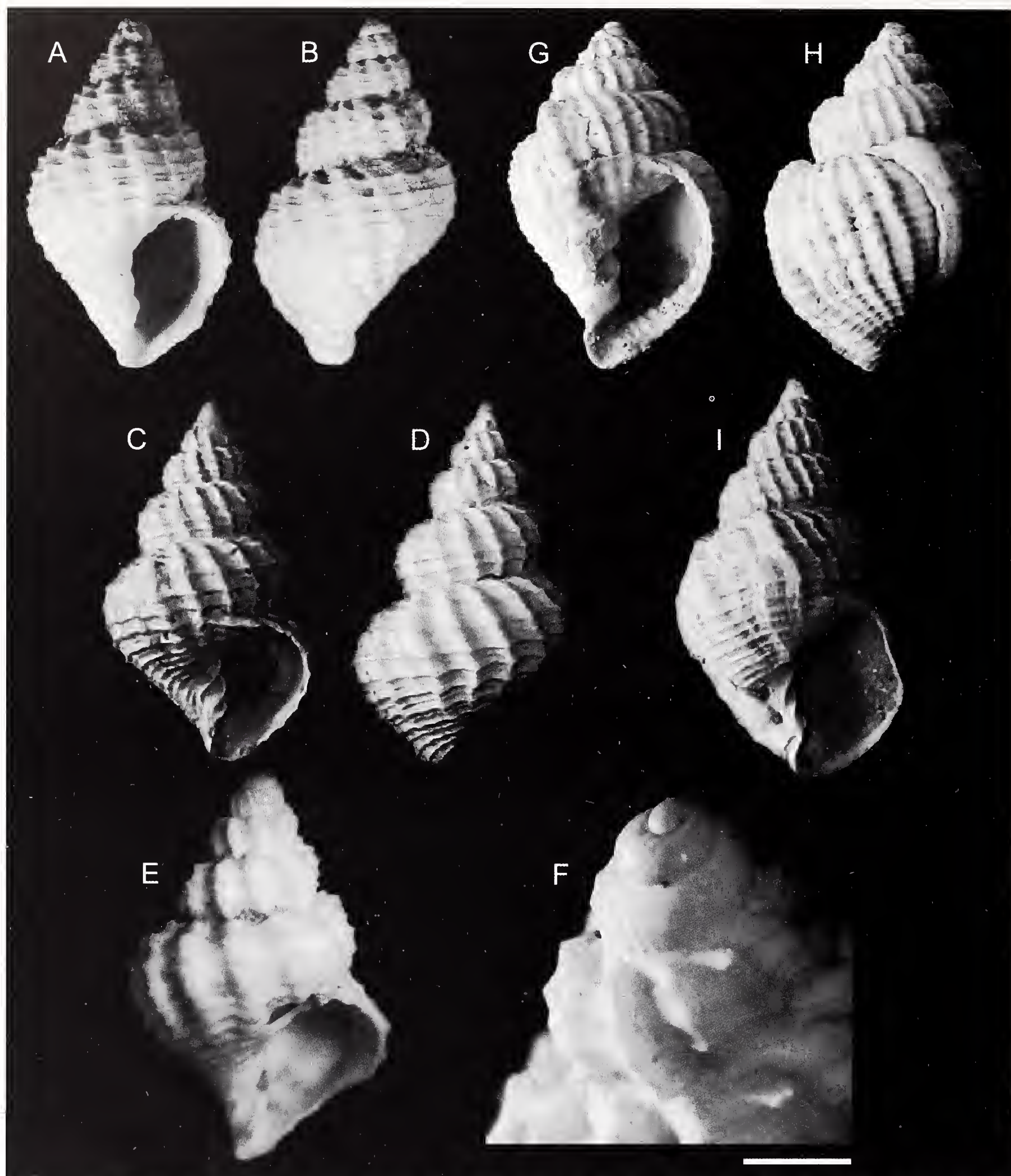


Fig. 2. A-F. *Bonellitia serrata* (Bronn, 1831). **A, B.** *Cancellaria similis* Aradas, 1846, Altavilla Milicia (Palermo), Zancleano, H = 12 mm (MSNM, coll. Aradas, i26755). **C, D.** Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, H = 12,8 mm (coll. Brunetti). **E.** Esemplare giovanile, Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, H = 7 mm (coll. Brunetti). **F.** Particolare dei primi giri, Rio Merli (Ravenna), Piacenziano (coll. Brunetti). Scala = 1 mm. **G, H.** *Cancellaria serrata* var. *dertonensis* Bellardi, 1841, Sant'Agata Fossili (Alessandria), Tortoniano, H = 12,2 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.007). **I.** *Bonellitia* cf. *serrata* (Bronn, 1831), Rio della Rocca (Reggio Emilia), Zancleano, H = 13,8 mm (coll. Brunetti).

Fig. 2. A-F. *Bonellitia serrata* (Bronn, 1831). **A, B.** *Cancellaria similis* Aradas, 1846, Altavilla Milicia (Palermo), Zanclean, H = 12 mm (MSNM, coll. Aradas, i26755). **C, D.** Rio Merli (Ravenna), Piacenzian, H = 12.8 mm (coll. Brunetti). **E.** Juvenile shell, Monte Padova (Piacenza), Piacenzian, H = 7 mm (coll. Brunetti). **F.** Apical whorls, Rio Merli (Ravenna), Piacenzian (coll Brunetti). Scale bar = 1 mm. **G, H.** *Cancellaria serrata* var. *dertonensis* Bellardi, 1841, Sant'Agata Fossili (Alessandria), Tortonian, H = 12.2 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.007). **I.** *Bonellitia* cf. *serrata* (Bronn, 1831), Rio della Rocca (Reggio Emilia), Zanclean, H = 13.8 mm (coll. Brunetti).

piccolo e suture poco profonde, il primo giro e mezzo è liscio, l'ultimo ha tre sottili filetti spirali obsoleti nella porzione medio inferiore e termina con la comparsa di alcune costicille. Teleoconca di 5 giri convessi, ben arrotondati, separati da suture molto profonde, ornati da 14-16 coste assiali strette alte, prosocline, alternate, appiattite presso la sutura, separate da intervalli molto più ampi. Sui giri sono presenti cinque cingoli principali (12–13 sull'ultimo) più o meno regolarmente alternati da filetti, che, incrociando le coste assiali non produco-

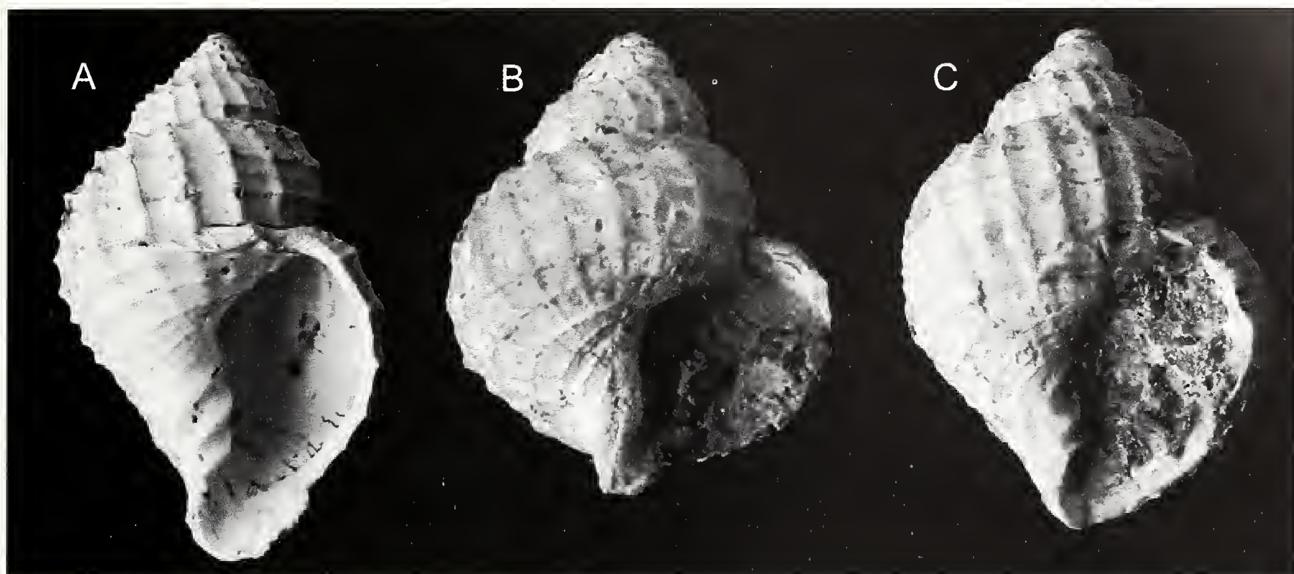


Fig. 3. A. *Bonellitia serrata* var. *simplicicostata* Sacco, 1894, Monte Capuccini (Torino), Miocene inferiore, H = 15 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.009). **B.** *Bonellitia serrata* var. *compressula* Sacco, 1894, Colli Torinesi (Torino), Miocene inferiore, H = 9 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.010). **C.** *Bonellitia serrata* var. *aequicosticillata* Sacco, 1894, Colli Torinesi (Torino), Miocene inferiore, H = 13,2 mm (MRSN coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.011).

Fig. 3. A. *Bonellitia serrata* var. *simplicicostata* Sacco, 1894, Monte Capuccini (Torino), Early Miocene, H = 15 mm (MRSN coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.009). **B.** *Bonellitia serrata* var. *compressula* Sacco, 1894, Colli Torinesi (Torino), Early Miocene, H = 9 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.010). **C.** *Bonellitia serrata* var. *aequicosticillata* Sacco, 1894, Colli Torinesi (Torino), Early Miocene, H = 13.2 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.043.10.011).

no tubercoli spinosi. Ultimo giro ampio, alto meno di 2/3 dell'altezza totale, con coste terminanti oltre la base. Apertura ovale terminante alla base con un corto canale sifonale. Labbro esterno internamente lirato. Bordo columellare con callo poco evidente e due pliche poco inclinate, parallele.

Distribuzione

In base alle località di rinvenimento, *Bonellitia serrata* doveva vivere a profondità corrispondenti al circalitorale profondo. La distribuzione stratigrafica sembra andare dal Tortoniano (Miocene superiore) sino al Piacenziano.

Osservazioni

Ci sembra interessante riportare un'osservazione di Sacco (1894): "questa forma è piuttosto variabile specialmente per numero, grossezza, rapporti ecc. delle coste longitudinali e trasversali, ma nel complesso essa conserva una facies abbastanza costante". In effetti, soprattutto le popolazioni plioceniche mantengono costanti i caratteri di forma e scultura. Al contrario, le varietà descritte da Sacco (1894), *simplicicostata*, *compressula* ed *aequicosticillata* (**Fig. 3A-C**) per il Miocene inferiore-medio della Collina di Torino, si discostano nettamente dalla forma pliocenica, tanto da lasciar ipotizzare che si tratti di un'altra specie, esclusivamente miocenica. Anche la var. *dertonensis* Bellardi, 1841 (**Fig. 2G, H**) figurata da Davoli (1982: tav. 7, fig. 11a-b), con distribuzione esclusivamente tortoniana, e che sembra corrispondere all'esemplare figurato da Robba (1968: tav. 43, fig. 6), come *Bonellitia serrata*, presenta caratteristiche peculiari (scultura della teleoconca con un maggior numero di cordoni spirali e coste assiali, pliche maggiormente visibili, varici regolari e molto evidenti, ecc.), tanto che potrebbe essere considerata come una specie diversa.

Cancellaria similis Aradas, 1846 (**Fig. 2A, B**), descritta per il Pliocene di Altavilla (Palermo), corrisponde perfettamente *Bonellitia serrata*.

Come per la specie precedente, molti autori hanno interpretato la torsione columellare come una terza plica. Un esemplare (**Fig. 2I**) proveniente dallo Zancleano di Rio della Rocca (Reggio Emilia) presenta alcuni caratteri che lo allontanano da *B. serrata*, in particolare per la presenza di varici numerose e regolari, la scultura subspinosa, il maggior numero di coste assiali e la forma molto differente dell'apertura, romboidale. Non disponendo di altro materiale, questo esemplare viene provvisoriamente riferito a *Bonellitia* cf. *serrata*.

Bonellitia palazzii n. sp.
(Fig. 4A-C, E-H)

Materiale tipo

Olotipo, H = 18 mm, D = 14,2 mm (MZB25714). Paratipo 1, H = 8,7 mm, D = 6 mm (MZB25714a). Paratipo 2, H = 15,5 mm, D = 10, 3 mm (MZB25714b).

Località tipo

Cava Campore (Salsomaggiore, Parma), argille, Piacenziano, lat. 44° 49' 38" Nord, long., 10° 00' 55" Est.

Altro materiale esaminato

Cava Campore (Parma), Piacenziano, 16 es. (coll. Borghi-Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi).

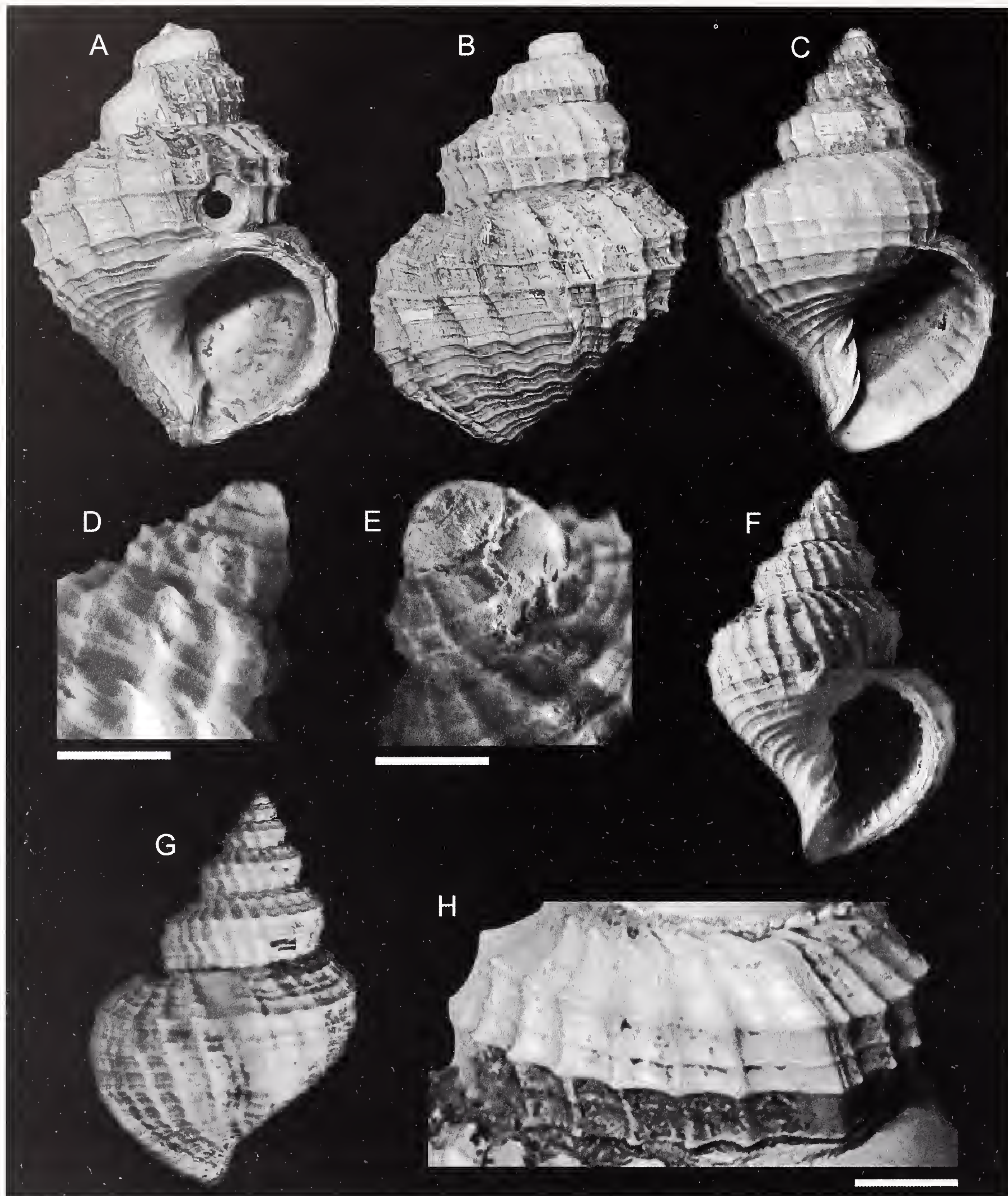


Fig. 4. A-C, E-H. *Bonellitia palazzii* n. sp. **A, B**. Olotipo, Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 18 mm (MZB25714). **C.** Paratipo 2, Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 15,5 mm (MZB25714a). **D.** *Bonellitia bonellii* (Bellardi, 1841). Particolare dei primi giri, Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, H = 15,2 mm. (coll. Brunetti). **E.** *Bonellitia palazzii* n.sp. Paratipo 1. Particolare dei primi giri, H = 8,7 mm. **F, G.** Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 16,5 mm (coll. Della Bella). **H.** Olotipo, particolare della scultura. Scale = 2 mm.

Fig. 4. A-C, E-H. *Bonellitia palazzii* n. sp. **A, B**. Holotype, Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 18 mm (MZB25714). **C.** Paratype 2, Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 15.5 mm (MZB25714a). **D.** *Bonellitia bonellii* (Bellardi, 1841). Apical whorls, Rio Merli (Ravenna), Piacenzian, H = 15.2 mm (coll. Brunetti), **E.** *Bonellitia palazzii* n. sp. Paratype 1. Apical whorls, H = 8.7 mm. **E, F.** Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 16.5 mm (coll. Della Bella). **G.** Holotype, sculpture detail. Scale bars = 2 mm.

Origine del nome

Questa specie è dedicata a Stefano Palazzi che per primo l'ha trattata in un lavoro inedito (Palazzi, 2000).

Descrizione

Conchiglia di dimensioni superiori a 18 mm. Protoconca parzialmente usurata. Teleoconca molto globosa, formata da 4-5 giri convessi, arrotondati, separati da sutu-

re profonde. Ornamentazione assiale costituita da 20-23 coste strette, appiattite, prosocline, a volte leggermente varicose, separate da intervalli poco più ampi. Ornamentazione spirale costituita da cordoni leggermente spinosi. Fin dai primi giri di teleoconca è presente un funicolo che delinea la carena superiore e che appare duplicato per la presenza di un secondo cingolo che forma una seconda carena. Sono inoltre presenti cingoli di dimensioni minori tanto in posizione abapicale che adapicale. Ultimo giro ampio, alto circa 2/3 dell'altezza totale. Apertura molto ampia, arrotondata, con labbro esterno internamente lirato. Una varice è sempre presente sull'ultimo giro in posizione opposta all'apertura. Bordo columellare con callo poco evidente e due forti pliche inclinate.

Distribuzione

Sulla base dei pochi dati disponibili, *Bonellitia palazzii* n. sp. sembra essere stata una specie di ambiente moderatamente profondo (piattaforma esterna), con distribuzione stratigrafica limitata al Piacenziano.

Osservazioni

Palazzi (2000) ha figurato per primo la specie come *Bonellitia* sp. 1 ipotizzando la possibilità che si potesse trattare di una nuova specie.
Rispetto a *Bonellitia bonellii*, la specie più simile, *B. palazzii* n. sp. si distingue per la forma decisamente più globosa, le maggiori dimensioni della protoconca (carattere visibile nonostante i primi giri siano parzialmente abrasi, **Fig. 4E**) e della teleoconca, il maggior numero di coste assiali, la rampa subsuturale proporzionalmente più ampia e appiattita, l'apertura molto più grande e di forma più arrotondata. Altre caratteristiche distintive di *B. palazzii* n. sp. sono, la scultura della teleoconca formata da due sottili cingoli spirali leggermente spinosi che danno alla specie il caratteristico aspetto bicarenato, il numero dei filetti spirali molto più numerosi che in *B. bonellii* e la presenza della varice opposta all'apertura sull'ultimo giro.

Bonellitia striatissima n. sp.
(Figg. 5A-F, 6A, B)

Bonellitia serrata (Bronn) - Chirli, 2002: tav. 37, fig. 4.
Bonellitia serrata (Bronn) - Chirli & Richard, 2008: tav. 11, fig. 1.

Materiale tipo

Olotipo, H = 16, 4 mm, D = 10,8 mm (MZB25718). Paratipo 1, H = 22 mm, D = 13,7 mm (MZB25718a). Paratipo 2, H = 14, 7 mm, D = 9 mm (MZB25718b).

Località tipo

Cava Campore (Salsomaggiore, Parma), argille, Piacenziano, lat. 44° 49' 38" Nord, long., 10° 00' 55" Est.

Altro materiale esaminato

Cava Campore (Parma), Piacenziano, 9 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Forlì-ex coll. Candini). Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, 2 es. (coll. Della Bella). Castelnuovo Berardenga scalo (Siena), Zancleano-Piacenziano, 2 es. (coll. Brunetti-Forlì). Rio Mescola (Bologna), Zancleano, 1 es. (coll. Della Bella).

Origine del nome

Il nome deriva dall'aspetto della scultura della conchiglia composta da numerosissime strie spirali.

Descrizione

Conchiglia di dimensioni superiori a 18 mm in altezza. Protoconca usurata. Teleoconca turrita, formata da 5 giri convessi, subangolosi e posteriormente depressi, separati da suture poco profonde. I giri della teleoconca, sono ornati da 11-12 coste assiali robuste, prosocline, appiattite, separate da intervalli molto più ampi, fortemente varicose. Cordoni spirali subspinosi, molto numerosi (13-16 sul penultimo giro), fini e subuguali, uno leggermente più rilevato forma una debole carenatura a circa metà di ogni giro. Ultimo giro ampio, alto circa 2/3 dell'altezza totale. Apertura ampia regolarmente arrotondata con labbro esterno regolarmente arcuato, internamente debolmente lirato e canale sifonale piegato verso destra. Bordo columellare con callo poco evidente e due pliche inclinate.

Distribuzione

Sulla base dei pochi dati disponibili, *Bonellitia striatissima* n. sp. sembra essere stata una specie di ambiente moderatamente profondo (piattaforma esterna), con distribuzione limitata allo Zancleano e al Piacenziano.

Osservazioni

Come la specie precedente, *Bonellitia striatissima* n. sp. è stata figurata e discussa da Palazzi (2000) come *Bonellitia* sp. 2. La specie è stata recentemente figurata da Chirli (2002: tav. 37, fig. 4) per il Pliocene inferiore-medio della Toscana e da Chirli & Richard (2008: tav. 11, fig. 1) per il Piacenziano della costa Azzurra (Francia) come *Bonellitia bonellii*.
Rispetto a *B. bonellii*, la specie più simile, *B. striatissima* n. sp. presenta dimensioni maggiori, profilo più arrotondato e non subangoloso, maggior numero di cordoncini spirali che non sono mai spinosi, coste non acute ma appiattite, varicose, suture poco profonde, apertura di forma maggiormente arrotondata.

Bonellitia sp.
(Fig. 6D-F)

Materiale esaminato

Cava Campore (Parma), Piacenziano, 4 es. (coll. Borghi-

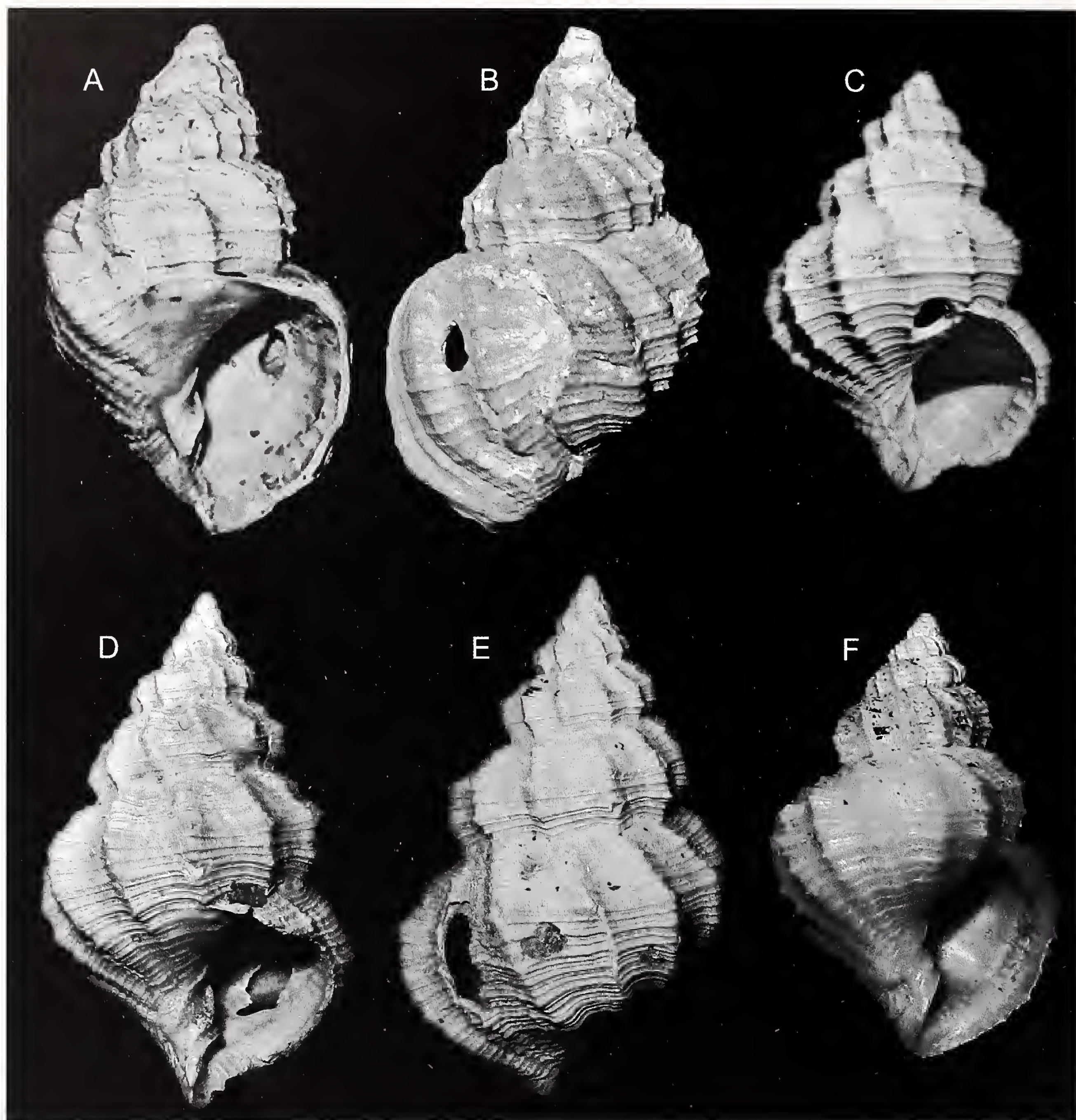


Fig. 5. *Bonellitia striatissima* n. sp. **A, B**. Olotipo, Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 16,4 mm (MZB25718). **C.** Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 15,2 mm (ex coll. Candini MZB25721). **D, E.** Paratipo 1, Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 22 mm (MZB25718a). **F.** Paratipo 2, Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 14,7 mm (MZB25718b).

Fig. 5. *Bonellitia striatissima* n. sp. **A, B**. Holotype, Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 16.4 mm (MZB25718). **C.** Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 15.2 mm (ex coll. Candini MZB25721). **D, E.** Paratype 1, Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 22 mm (MZB25718a). **F.** Paratype 2, Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 14.7 mm (MZB25718b).

Brunetti-Della Bella-Vecchi). Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, 2 es. (coll. Brunetti-Della Bella).

Osservazioni

La scultura a maglie regolari quadrangolari, la forma globosa e le piccole dimensioni, differenziano nettamente gli esemplari esaminati da tutte le altre specie del Pliocene mediterraneo. Tra le specie mioceniche, *Bonellitia chainei* (Peyrot, 1928), dell'Aquitaniano di Saint Ethienne d'Orthe (Francia) (**Fig. 6C**) sembra avvicinarsi a *Bonellitia* sp. per i caratteri della scultura, ma se ne differenzia per le dimensioni maggiori, i tubercoli leggermente spinosi, il maggior numero di coste e cordoni spirali e la diversa forma dell'apertura.

L'esiguo numero di esemplari disponibili, parte dei quali particolarmente usurato, non permette di trarre conclusioni certe da un punto di vista sistematico, anche se questo materiale suggerisce che nel Pliocene italiano, molto probabilmente, è presente un'ulteriore specie del genere *Bonellitia*.

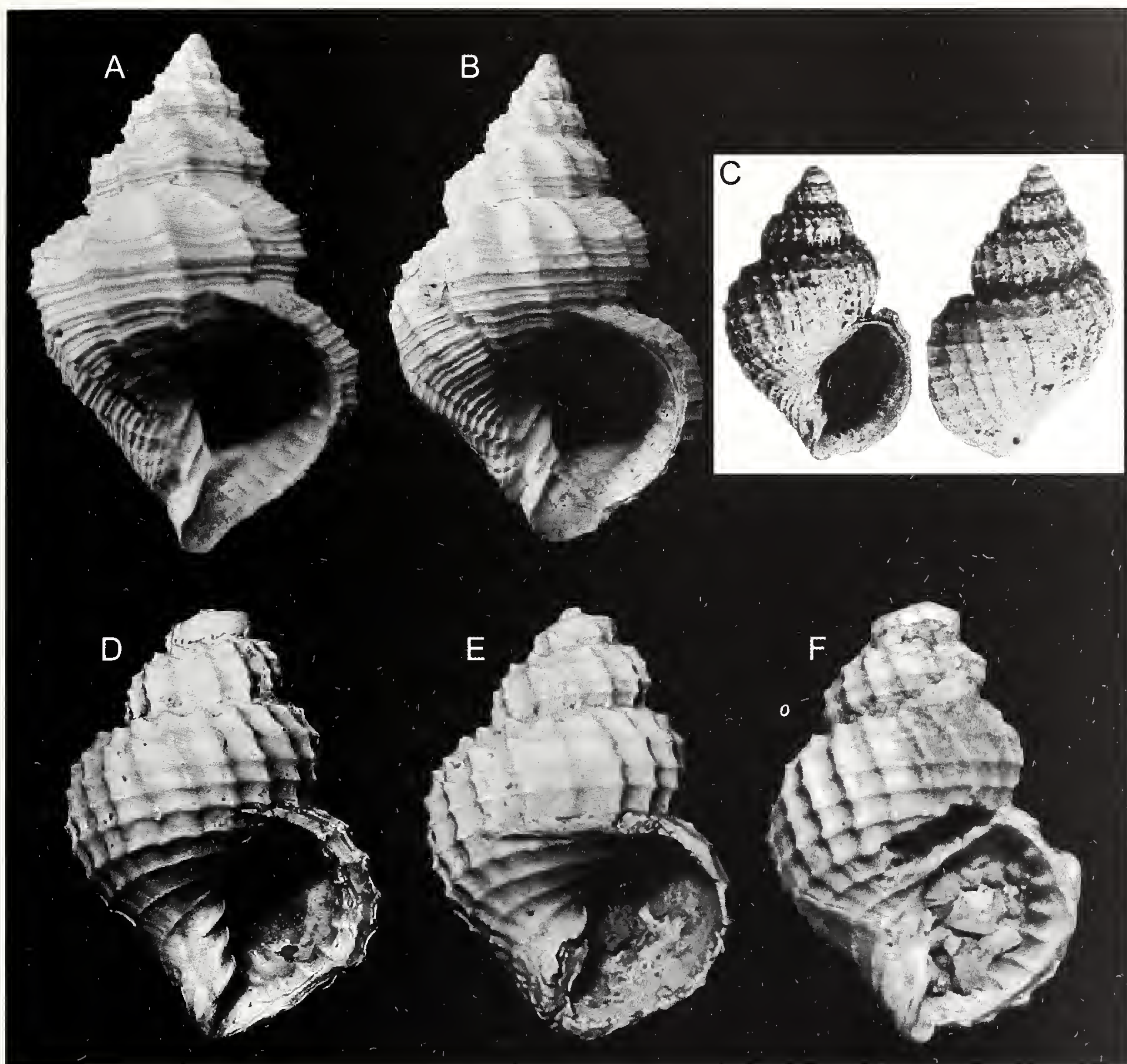


Fig. 6. A, B. *Bonellitia striatissima* n. sp. **A**. Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 18,5 mm (coll. Della Bella). **B**. Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 18,4 mm (coll. Della Bella). **C.** *Bonellitia chainei* (Peyrot, 1928), da Peyrot (1928, modificata), H = 11,5 mm. **D-F.** *Bonellitia* sp. **D**. Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, H = 6,5 mm (coll. Brunetti). **E.** Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 7 mm (coll. Brunetti). **F.** Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 7,8 mm (coll. Brunetti).

Fig. 6. A, B. *Bonellitia striatissima* n. sp. **A**. Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 18.5 mm (coll. Della Bella). **B**. Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 18.4 mm (coll. Della Bella). **C.** *Bonellitia chainei* (Peyrot, 1928), after Peyrot, (1928, modified), H = 11.5 mm). **D-F.** *Bonellitia* sp. **D**. Rio Merli (Ravenna), Piacenzian, H = 6.5 mm (coll. Brunetti). **E.** Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 7 mm (coll. Brunetti). **F.** Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 7.8 mm (coll. Brunetti).

Sottofamiglia Admetinae Troschel, 1866
Pseudobabylonella n. gen.
(specie tipo *Cancellaria minima* Reeve, 1846)

Descrizione

Conchiglia piccola (H = 7-15 mm) fusiforme. Spira turrita o scalariforme. Protoconca con scultura formata dall'incrocio di numerose sottili linee spirali e fitte coste filiformi e flessuose. Teleoconca caratterizzata dalla scultura formata dall'incrocio di coste e cordoncini spirali più o meno evidenti. Ultimo giro ovoidale con fessura ombelicale e corto canale sifonale. Columella diritta senza pliche o con la presenza di due pliche. Labbro esterno semplice ed internamente liscio.

Osservazioni

Verhecken (1986) mette in evidenza come il genere *Babylonella* Conrad, 1865 (specie tipo *Cancellaria elevata* Lea, 1833, Eocene dell'Alabama), sia caratterizzato da protoconca liscia, spalla dei giri arrotondata, due pieghe columellari piuttosto forti e labbro internamente lirato.
Petit (1970), istituendo il genere *Olsonella* (specie tipo *Cancellaria smithi* Dall, 1883), in seguito sostituito da *Axelella* Petit, 1988 in quanto preesistente *Olsonella* Glibert & Van der Poel, 1967, descrive come caratteristiche del genere la protoconca liscia e lucida, la presenza di due pliche molto forti e l'interno dell'apertura plicato.
Il nuovo genere, che si caratterizza principalmente per

la scultura della protoconca, comprende specie precedentemente incluse sia in *Axelella*, che in *Babylonella*. *Cancellaria minima* Reeve, 1846, specie tipo di *Pseudobabylonella* n. gen., presenta protoconca paucispiralata, a differenza delle altre specie appartenenti allo stesso genere, fossili del Miocene e del Pliocene europeo, tutte con protoconca di tipo multispirale, ma con identico tipo di scultura della protoconca.
La presenza o meno di pieghe columellari all'interno dello stesso genere è comune a diversi gruppi di Cancellariidae, in particolare a quelli appartenenti alla sottofamiglia Admetinae, quali *Admete* Kröyer in Möller, 1842 e *Iphinopsis* Dall, 1924. Nel genere *Admete*, per esempio, *A. viridula* (Fabricius, 1780) non presenta pliche columellari, *A. schythei* (Philippi, 1855) ne presenta una sola, *A. magellanica* (Strebel, 1905) e *A. frigida* Rochebrune & Mabille, 1885, ne possiedono due ben evidenti (Cárdenas et al., 2008). Da questo punto di vista, il carattere presenza/assenza delle pliche columellari è utile a livello specifico, non a quello generico, mentre il tipo di scultura della protoconca costituisce un carattere tassonomico utile a livello generico.
Per quanto riguarda *Pseudobabylonella minima* (Reeve, 1846) si rimanda alle figure di Bouchet & Warén (1985) e Verhecken (2007). Riguardo a questa specie, vale la pena osservare che Verhecken (2007: tav. 9, figg. D-F) ha raffigurato sotto l'identico nome specie probabilmente differenti.

Pseudobabylonella fusiformis **(Cantraine, 1835) n. comb.**
(Figg. 7B-L, 8A-D)

Cancellaria fusiformis Cantraine, 1835: p. 93.
Cancellaria altavillae Aradas, 1846: p. 173, tav. 1, fig. 10 a, b.
Admete costellifera ? var. *fusoconvexa* Sacco, 1894: p. 71, tav. 3, fig. 95.
Admete costellifera var. *crassicosticillata* Sacco, 1894: p. 71, tav. 3, fig. 95.
Babylonella costellifera (Sowerby) - Pavia, 1976: p. 148, tav. 7, fig. 20 a, b.
Babylonella fusiformis (Cantraine) - Janseen, 1984a: p. 7, tav. 1, fig. 9.
Admete costellifera ? var. *fusoconvexa* Sacco - Ferrero Mortara et. al., 1984: p. 178, tav. 34, fig. 2 a, b.
Babylonella fusiformis (Cantraine) - Janseen, 1984b: p. 251, tav. 65, fig. 12.
Babylonella costellifera (Sowerby) - Cavallo & Repetto, 1992: p. 125, fig. 322.
Babylonella costellifera (Sowerby) - Inzani, 1992: p. 85, tav. 3, fig. 15.
? *Babylonella fusiformis subangulosa* (Wood) - Marquet, 1998: p. 160, fig. 134 a-c.
Babylonella costellifera (Sowerby) - Lacroce & Repetto, 1999: p. 35.
Babylonella costellifera (Sowerby) - Chirli, 2002: p. 59, tav. 30, figg. 1,2.

Materiale esaminato

Rio Crevalese (Piacenza), Piacenziano, 19 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Rio Carbonaro (Piacenza), Piacenziano, 9 es. (coll. Vecchi). Pradalbino (Bologna), Piacenziano, 5 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, 4 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Vignola (Modena), Piacenziano, 4 es. coll. (Brunetti-Della Bella). Ciuciano (Siena), Zancleano, 3 es. coll. (Brunetti-DellaBella-Vecchi). Guidonia (Roma), Piacenziano, 3 es. (coll. Della Bella). Rio della Rocca (Reggio Emilia), Zancleano, 3 es. (coll. Vecchi). Rio Stramonte, Piacenziano, 3 es. (coll. Vecchi). Bacedasco (Piacenza), Zancleano, 1 es. (coll. Brunetti). Cà Bianca (Bologna), Zancleano, 1 es. (coll. Brunetti). San Lorenzo in Collina (Bologna), Piacenziano, 1 es. (coll. Della Bella). Tabiano Castello (Parma), Zancleano-Piacenziano, 1 es. (coll. Della Bella).

Diagnosi originale

Testa elongata turrita, longitudinaliter costata, transversim striata; anfractibus convexis; columella triplicata umbilicata. - Alt. 5 $^1/_2$ lin. Diam. $2^1/_2$ lin.
Cette espèce qui n'est peut-être pas bien éloignée de la Cancellaria buccinula Lam., est composée de sept tours de spire convexe; l'ouverture en est ovale, se terminant par une gouttière très courte: la columelle porte trois plis assez petits. Cette espèce peu commune se trouve dans les collines sinnoises où j'en recueillis quelques individus.

Descrizione

Conchiglia di dimensioni piccole (H circa 12 mm). Protoconca multispirale composta da 2,5 giri, convessi, con suture poco profonde e scultura formata dall'incrocio di numerose sottili linee spirali e fitte coste assiali filiformi flessuose. Teleoconca fusiforme, formata da 5 giri convessi, posteriormente depressi, separati da suture molto profonde. I giri di teleoconca, ornati da 12-15 coste assiali strette, alte, leggermente oblique, separate da intervalli poco più ampi, estesi nell'ultimo giro, verso la base della conchiglia sono attraversate da filetti spirali rilevati, 6 nel penultimo giro di cui 4 più rilevati, una quindicina sull'ultimo, leggermente più sottili e appressati anteriormente. Ultimo giro alto circa 3/5 dell'altezza totale. Apertura regolarmente arrotondata, con labbro esterno internamente liscio. Bordo columellare diritto, con due pliche inclinate. Fessura ombelicare stretta e profonda.

Distribuzione

Sulla base dei dati disponibili, *Pseudobabylonella fusiformis* può essere considerata una specie con ampia distribuzione batimetrica, presente dal Miocene medio al Piacenziano.

Osservazioni

La specie in questione è stata spesso figurata come *Cancellaria costellifera* Sowerby, 1818. Secondo vari Autori (Lovén, 1844; Crosse, 1863; Jeffreys, 1867; Bouchet & Warén, 1985; Harasewych & Petit, 1990) con cui si con-

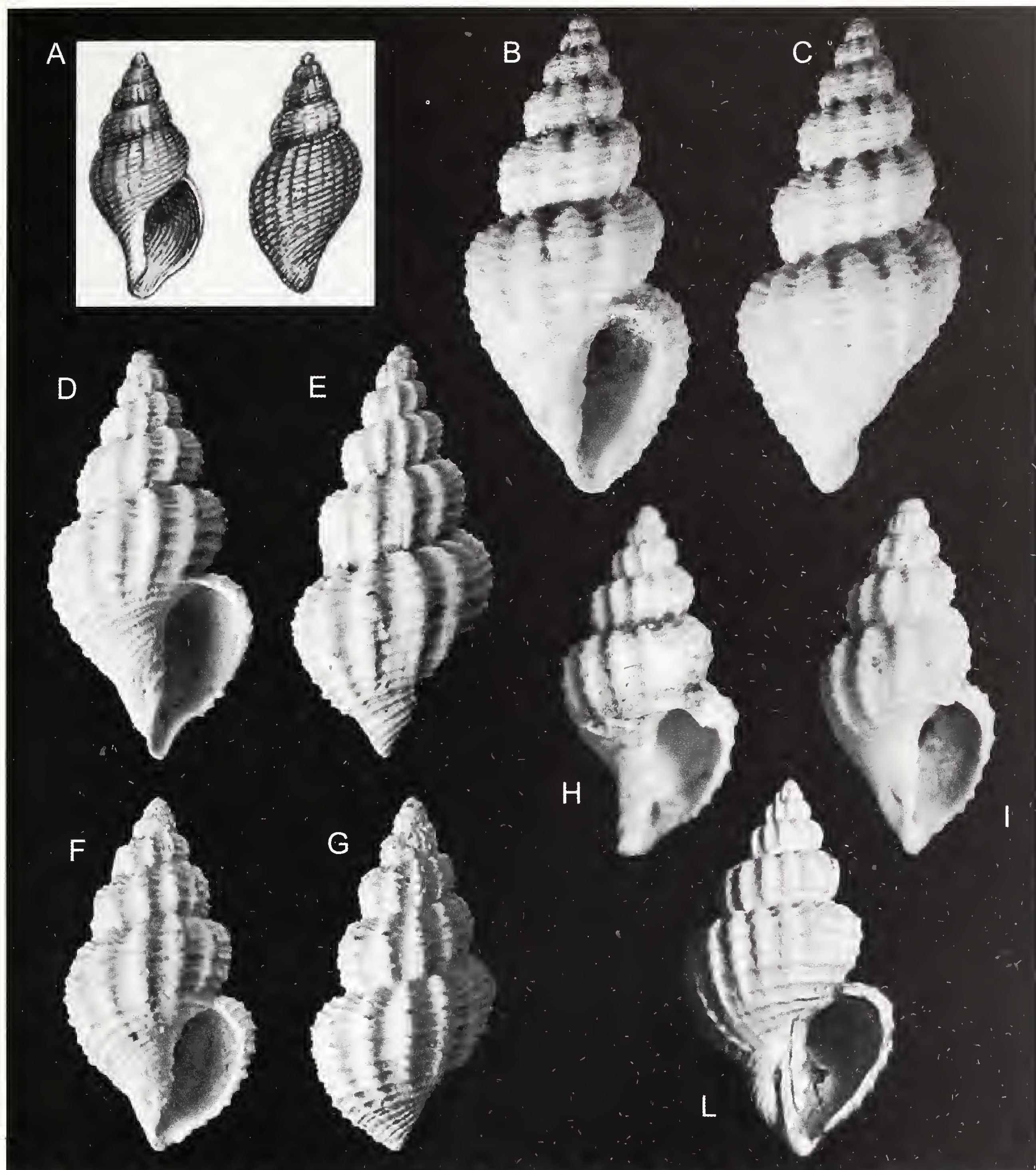


Fig. 7. A. *Murex costellifer* J. Sowerby, 1818 (= *Admete viridula* (Fabricius, 1780), da J. Sowerby (1818, modificata), H=17 mm. **B-L.** *Pseudobabylonella fusiformis* (Cantraine, 1835). **B, C.** *Cancellaria altavillae* Aradas, 1846, Altavilla Milicia (Palermo), Zancleano, H = 10 mm (MSNM, coll. Aradas i26754). **D, E.** *Admete costellifera* ? var. *fusoconvexa* Sacco, 1894, Rio Torsero (Savona), Zancleano, H = 9 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.17.002). **F, G.** *Admete costellifera* var. *crassicosticillata* Sacco, 1894, Albenga (Savona), Zancleano, H = 7 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.17.003). **H.** Vignola (Modena), Piacenziano, H = 8 mm (coll. Brunetti). **I.** Pradalbino (Bologna), Piacenziano, H = 8 mm (coll. Brunetti). **L.** Ca' Bianca (Bologna), Zancleano, H = 10,2 mm (coll. Brunetti).

Fig. 7. A. *Murex costellifer* J. Sowerby, 1818 (= *Admete viridula* (Fabricius, 1780), after J. Sowerby (1818, modified), H = 17 mm. **B-L.** *Pseudobabylonella fusiformis* (Cantraine, 1835). **B, C.** *Cancellaria altavillae* Aradas, 1846, Altavilla Milicia (Palermo), Zanclean, H = 10 mm (MSNM, coll. Aradas i26754). **D, E.** *Admete costellifera* ? var. *fusoconvexa* Sacco, 1894, Rio Torsero (Savona), Zanclean, H = 9 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.17.002). **F, G.** *Admete costellifera* var. *crassicosticillata* Sacco, 1894, Albenga (Savona), Zanclean, H = 7 mm (MRSN, coll. Bellardi & Sacco, BS.045.17.003). **H.** Vignola (Modena), Piacenzian, H = 8 mm (coll. Brunetti). **I.** Pradalbino (Bologna), Piacenzian, H = 8 mm (coll. Brunetti). **L.** Ca' Bianca (Bologna), Zanclean, H = 10.2 mm (coll. Brunetti).

corda, il tipo descritto e figurato da Sowerby (1818) (**Fig. 7A**) e successivamente da Wood (1848) per il Pliocene inglese, corrisponderebbe ad *Admete viridula* (Fabricius, 1780).

Anche se non si è potuto esaminare l'olotipo di *Cancellaria fusiformis* Cantraine, 1835, in quanto attualmente non disponibile (Verhecken, com. pers.), le caratteristiche descritte da Cantraine (composta da 7 giri e di lunghezza pari a circa 12 mm) corrispondono pienamente a tutte le segnalazioni di *Cancellaria costellifera* del Plio-

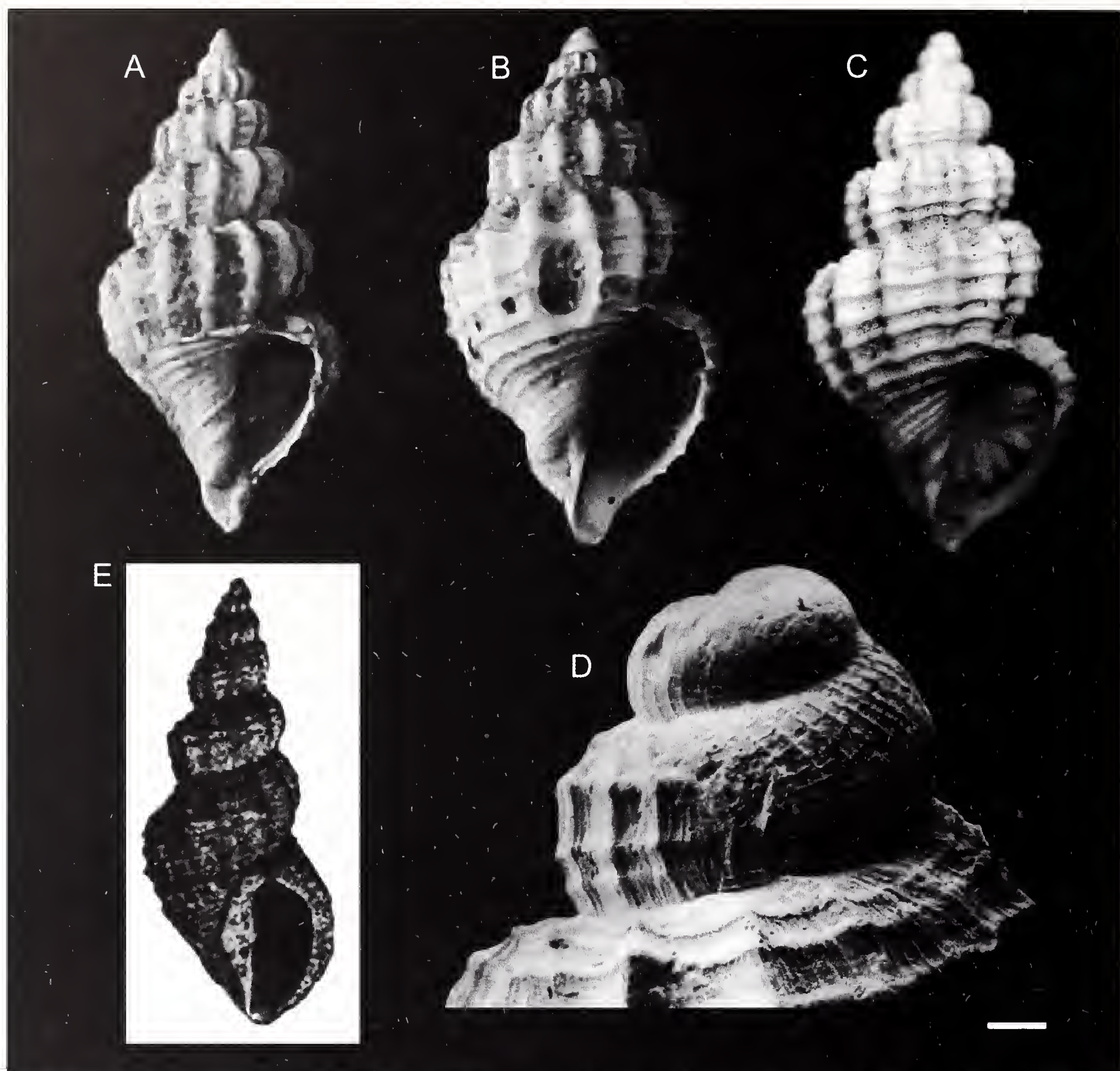


Fig. 8. A-D. *Pseudobabylonella fusiformis* (Cantraine, 1835). **A.** Bacedasco (Piacenza), Zancleano, H = 11,8 mm (coll. Brunetti). **B.** Ciuciano (Siena), Zancleano, H = 10,5 mm (coll. Brunetti). **C.** Guidonia (Roma), Piacenziano, H = 8,1 mm (coll. Della Bella). **D.** Protoconca, Rio Crevalese (Piacenza), Piacenziano (coll. Della Bella). Scala = 100 µ mm. **E.** *Sveltella dumasi* Cossmann, 1899 (da Cossmann, 1899, modificata), H = 8,7 mm.

Fig. 8. A-D. *Pseudobabylonella fusiformis* (Cantraine, 1835). **A.** Bacedasco (Piacenza), Zanclean, H = 11.8 mm (coll. Brunetti). **B.** Ciuciano (Siena), Zanclean, H = 10.5 mm (coll. Brunetti). **C.** Guidonia (Roma), Piacenzian, H = 8.1 mm (coll. Della Bella). **D.** Protoconch, Rio Crevalese (Piacenza), Piacenziano (coll. Della Bella). Scale bar = 100 µ mm. **E.** *Sveltella dumasi* Cossmann, 1899 (after Cossmann, 1899, modified), H = 8.7 mm.

cene italiano, le altre due specie appartenenti al genere *Pseudobabylonella* n. gen. preserti nel Pliocene italiano, presentano sempre dimensioni minori e minore numero di giri. Cantraine descrive tre pliche per *Pseudobabylonella fusiformis* ma, come per altre specie, si tratta certamente di due in quanto la terza corrisponde alla torsione columellare. Janseen (1984a), figura vari esemplari di cui uno solo riferibile con certezza a *Pseudobabylonella fusiformis*.

L'affermazione di Janseen (1984) secondo cui *Sveltella dumasi* Cossmann, 1899 del Tortoniano delle Landes (Francia) (**Fig. 8E**) potrebbe essere identica a *Pseudobabylonella fusiformis* non ci trova d'accordo, per le notevoli differenze tra le due specie; inoltre, le specie del genere *Sveltella* Cossmann, 1889, posseggono tutte la protoconca liscia. Il medesimo autore (1984b) raffigura per il Miocene medio di Winterswijk-Miste (Olanda) alcuni esemplari di cui solo uno corrisponde pienamente a *Pseudobabylonella fusiformis* mentre per l'altro (tav. 65, fig. 13), crediamo si discosti non poco dalla forma tipica. L'esemplare figurato da Marquet (1998) lascia qualche dubbio in quanto non completo. La var. *fusoconvexa* Sacco, 1894 del Piacenziano del rio Torsero (Savona) (**Fig. 7D-E**) e la var. *crassicosticillata* Sacco, 1894 del Piacenziano di Albenga (Savona) (**Fig. 7F-G**) ci paiono rientrare nella variabilità di *Pseudobabylonella fusiformis*.

Pseudobabylonella fusiformis si differenzia dalle altre due specie congeneriche presenti nel Pliocene italiano, trattate pù avanti, principalmente per la convessità dei giri, la sutura più profonda, i cordoncini spirali e assiali più rilevati, le dimensioni maggiori. *Pseudobabylonella fusiformis* probabilmente è la progenitrice dell'attuale *Pseu-*

dobabylonella minima (Reeve, 1846) che si differenzia principalmente per il tipo di protoconca, multispirale in *fusiformis* paucispirale in *minima*.

Pseudobabylonella subangulosa (Wood, 1848) n. comb. (Figg. 9A-F, 12B)

Cancellaria subangulosa Wood, 1848: p. 66, tav. 7, fig. 20.
? *Cancellaria nysti* Hörnes, 1854: p. 305, tav. 34, fig. 1 a-c.
Cancellaria urcianensis D'Ancona, 1872: p. 117, tav. 12, fig. 4 a-c.
Babylonella fusiformis (Cantraine) - Sorgenfrei, 1958: p. 246, tav. 30, fig. 275.
Sveltella fusiformis (Cantraine) - Nordsieck, 1972: p. 87, tav. 21, fig. 132.
? *Babylonella fusiformis* (Cantraine) - Pavia, 1976: p. 148, tav. 7, figg. 19, 23a, b.
Babylonella fusiformis (Cantraine) - Jäger, 1979: fig. 55.
Babylonella fusiformis (Cantraine) - Inzani, 1992: p. 85, tav. 3, fig. 14.
Babylonella fusiformis (Cantraine) - Davoli, 1995: p. 255, tav. 4, fig. 6.
? *Babylonella fusiformis subangulosa* (Wood) - Marquet, 1998: p. 160, fig. 134 a-c.
Babylonella fusiformis (Cantraine) - Landau et al., 2006: p. 86, tav. 9 fig. 1.

Diagnosi originale

Testa minima, fusiformi, spira elevata, apice acuto, longitudilater costellata, transversim striata, reticulata; aufractibus quinque, superne subangulatis; canali brevissima; columella triplicata.

Materiale esaminato

Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, 22 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Pradalbino (Bologna), Piacenziano, 15 es. (coll. Della Bella). Rio Crevalese (Piacenza), Piacenziano 15 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Vignola (Modena), Piacenziano, 6 es. (coll. Della Bella). Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, 5 es. (coll. Della Bella). Rio Albonello (Ravenna), Piacenziano, 4 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Rio Carbonaro (Piacenza), Piacenziano, 3 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Cava Campore (Parma), 2 es. (coll. Della Bella). Rio Stramonte (Piacenza), 2 es. (coll. Vecchi). Ciuciano (Siena), Zancleano, 1 es. (coll. Brunetti). Guidonia (Roma), Piacenziano, 1 es., (coll. Brunetti). Rio Torsero (Savona), 1 es. (coll. Della Bella).

Descrizione

Conchiglia di dimensioni non superiori a 8 mm in altezza. Protoconca multispiralata composta da 2,5 giri, convessi, con suture poco profonde, con scultura formata dall'incrocio di numerose sottili linee spirali e fitte costicine filiformi, flessuose. Teleoconca scalariforme, formata da 3-4 giri subangolosi, anteriormente piani, separati da suture profonde. I giri della teleoconca, sono ornati da 10-12 coste assiali piuttosto larghe, appiattite nella parte anteriore, leggermente oblique, separate da intervalli poco più ampi, in cui sono visibili forti strie di accrescimento. Nella parte anteriore dei giri, subpiana, sono presenti 3 evidenti cordoncini spirali, in quella posteriore sono presenti 4 cordoncini il primo dei quali forma una sorta di carena. Ultimo giro alto circa 3/5 dell'altezza totale. Apertura ampia, di forma subtriangolare, affilata abapicalmente, con margine esterno piegato superiormente in corrispondenza della carena esterna. Labbro esterno internamente liscio. Bordo columellare diritto, con debole callo e due pliche poco inclinate, parallele fra loro. Fessura ombelicale molto stretta.

Distribuzione

Pseudobabylonella subangulosa può essere considerata specie con ampia distribuzione batimetrica, presente dal Miocene superiore al Piacenziano.

Osservazioni

Pseudobabylonella subangulosa descritta da Wood (1848) (**Fig. 9A**) per il Pliocene inglese, è stata spesso confusa e raffigurata come *P. fusiformis*. In realtà, *P. subangulosa* si distingue da *P. fusiformis* per dimensioni inferiori, forma della spira scalariforme e scultura della teleoconca completamente differente. Molti autori del passato descrivendo *P. fusiformis* ne hanno ipotizzato una grande variabilità. In realtà, sono state confuse due specie differenti: *P. subangulosa* ed una nuova specie di seguito descritta. L'ipotesi di vari autori, quali Kautsky (1925), Glibert (1960), Janseen (1984) e Marquet (1998), i quali considerano *subangulosa* come sottospecie di *fusiformis* non è accettata. Si parte, infatti, dall'ipotesi che *P. fusiformis* sia una specie completamente diversa corrispondente a quella che molti autori del passato hanno descritto e figurato come *Cancellaria costellifera*.
Cancellaria nysti Hörnes, 1854, pur presentando qualche affinità con la specie di Wood, sembra distaccarsene nettamente per la forma decisamente più stretta ed allungata. Corrispondono bene a *P. subangulosa*, invece, gli esemplari del Miocene superiore tedesco figurati da Sorgenfrei (1958) e da Jäger (1979) come *Babylonella fusiformis* e *Cancellaria urcianensis* D'Ancona, 1872, del Pliocene di Orciano Pisano (Pisa). Recentemente, Landau et al. (2006) raffigurano tre esemplari, come *Babylonella fusiformis*, provenienti dallo Zancleano di Estepona (Spagna): di questi, il primo corrisponde a *P. subangulosa* (tav. 9, fig. 1) mentre gli altri (tav. 9, figf. 2,3) vanno riferiti alla specie di seguito descritta.
Pseudobabylonella subangulosa è probabilmente fileticamente legata alla specie oligocenica *Cancellaria pusilla* Philippi, 1843 (ottime illustrazioni in Beyrich, 1857: tav. 27, fig. 9; tav. 28, figg. 1,2), come già osservato da Janseen (1984). Si suppone che una parte degli esemplari attuali raffigurati da Verhecken (2007), indicati come *Axelella minima* (tav. 9, figg. D-F), possano appartenere ad un'altra specie, probabilmente fileticamente legata a *Pseudobabylonella subangulosa* presentando infatti caratteristiche

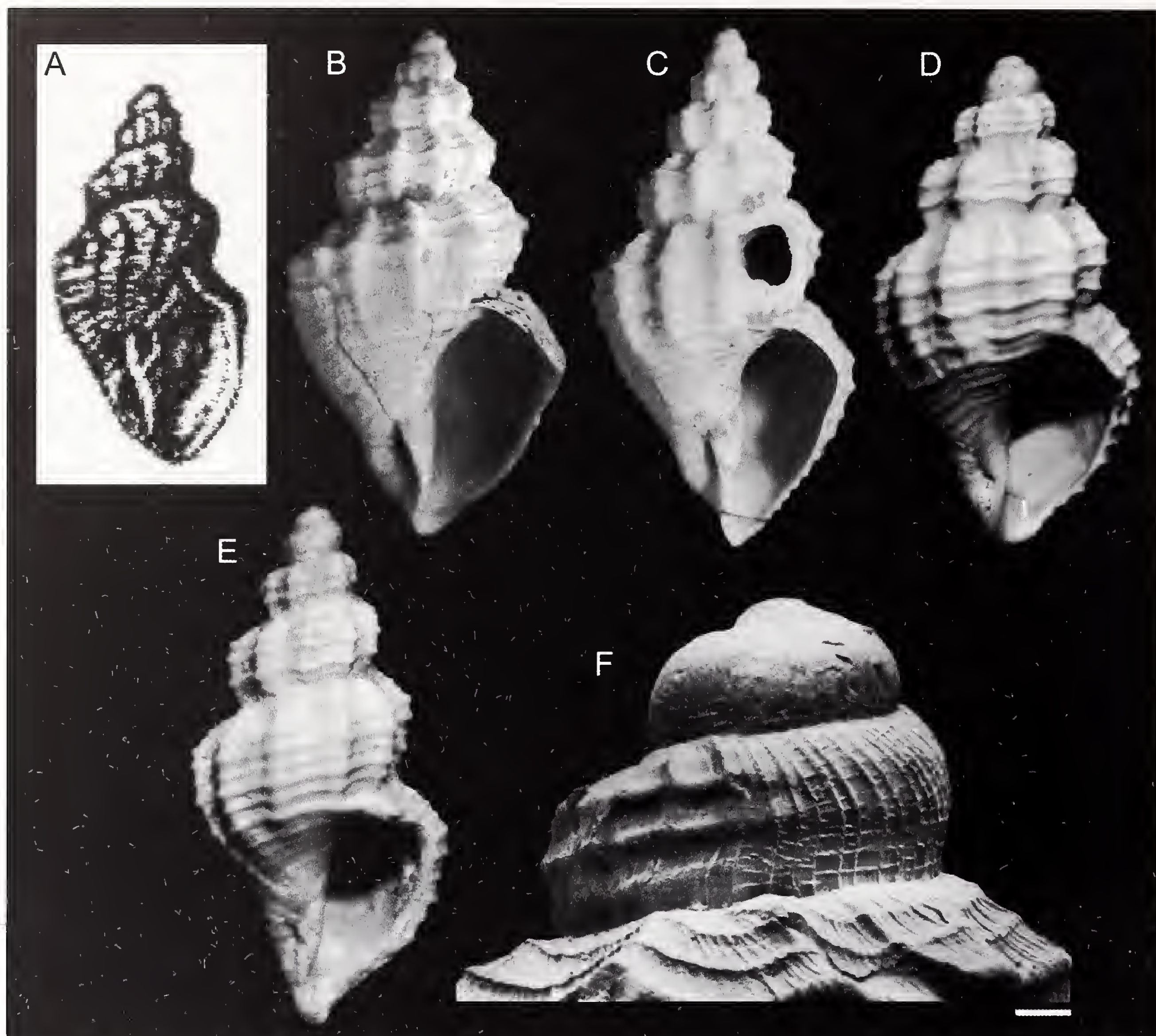


Fig. 9. *Pseudobabylonella subangulosa* (Wood, 1848). **A.** Figura originale da Wood (1848), modificata, H = 6,5 mm. **B.** Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, H = 7,4 mm (coll. Brunetti). **C.** Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, H = 7,2 mm (coll. Brunetti). **D.** Pradalbino (Bologna), Piacenziano, H = 4,5 mm, (coll. Della Bella). **E.** Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, H = 5,3 mm (coll. Della Bella). **F.** Protoconca, Monte Padova (Piacenza), Piacenziano (coll. Della Bella). Scala = 100 μ mm.

Fig. 9. *Pseudobabylonella subangulosa* (Wood, 1848). **A.** Original illustration after Wood (1848), modified, H = 6.5 mm. **B.** Rio Merli (Ravenna), Piacenzian, H = 7.4 mm (coll. Brunetti). **C.** Rio Merli (Ravenna), Piacenzian, H = 7.2 mm (coll. Brunetti). **D.** Pradalbino (Bologna), Piacenzian, H = 4.5 mm (coll. Della Bella). **E.** Monte Padova (Piacenza), Piacenzian, H = 5.3 mm (coll. Della Bella). **F.** Protoconch, Monte Padova (Piacenza), Piacenzian (coll. Della Bella). Scale bar = 100 μ mm.

comuni, quali la rampa suturale subpiana, il tipo di scultura spirale e assiale e differenziandosi da quest'ultima principalmente per la protoconca, di tipo paucispirale.

Pseudobabylonella aplicata **n. sp.**
(Figg. 10C-H, 11A-E, 12A)

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Sacco, 1894: p. 71, tav. 3, fig. 94.

? *Admete (Babylonella) fusiformis* var. *nysti* (Hörnes) Meznerics, 1933: p. 346, tav. 13, fig. 5a, b.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Anderson, 1964: p. 276, tav. 30 fig. 219.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Pavia, 1976: p. 148, tav. 7, figg. 19, 23a, b.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Davoli, 1982: p. 67, tav. 7, fig. 16.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Cavallo & Repetto, 1992: p. 125, fig. 324.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Davoli, 1995: p. 255, tav. 4, figg. 3-5, 7-9.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Lacroce & Repetto, 1999: p. 35.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Chirli, 2002: p. 60, tav. 30, figg. 3-6.

Babylonella fusiformis (Cantraine) - Landau et al., 2006: p. 86, tav. 9, figg. 2,3.

Materiale tipo

Olotipo, H = 6 mm, D = 2,6 mm (MZB45646). Paratipo 1, H = 5,3 mm D = 2 mm (MZB45646a). Paratipo 2, H = 6 mm, D = 2,6 mm (MZB45646b). Paratipo 3, H = 6,7 mm, D = 2,8 mm (MZB45646c).

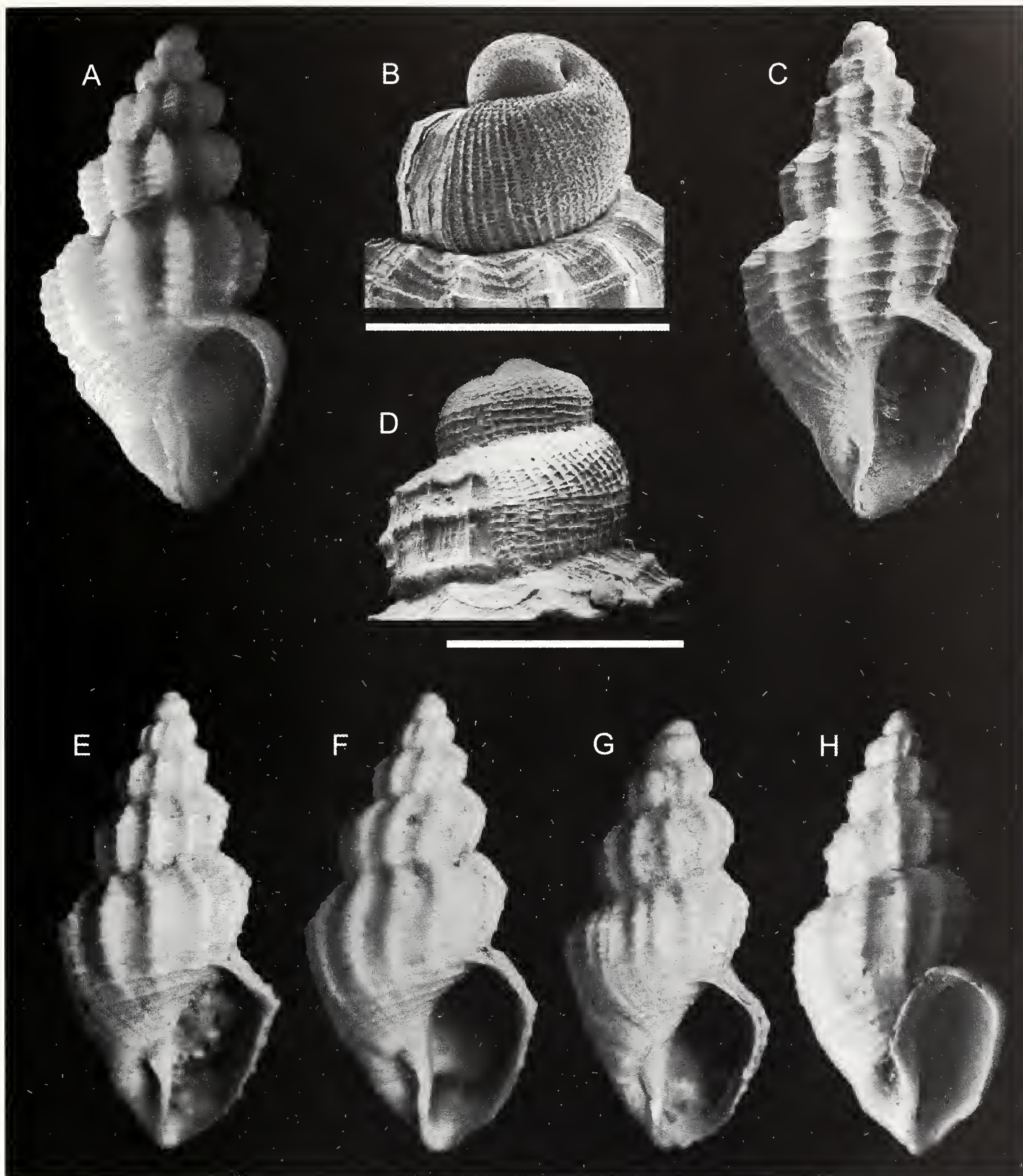


Fig. 10. A, B. *Pseudobabylonella minima* (Reeve, 1846). **A.** Marsiglia (Francia), attuale, H = 7,6 mm (coll. Forli, ex coll. Bogi). **B.** Protoconca (da Bouchet & Warén, 1985, modificata). Scala = 1 mm. **C-H.** *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. **C.** Olotipo, Rio Crevalese (Piacenza), Piacenziano, H = 6,3 mm (MZB45646). **D.** Olotipo, protoconca. Scala = 1 mm. **E.** Paratipo 2, Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, H = 6 mm (MZB45646b). **F.** Paratipo 3, Guidonia (Roma), Piacenziano, H = 6,7 mm (MZB45646c). **G.** Paratipo 1, Rio Stramonte (Piacenza), Piacenziano, H = 5,3 mm (MZB45646a). **H.** *Admete fusiformis* (Cantraine, 1835), Zinola (Savona), Zancleano, H = 7 mm (MRSN coll. Bellardi & Sacco, BS.045.17.001).

Fig. 10. A, B. *Pseudobabylonella minima* (Reeve, 1846). **A.** Marsiglia (France), Recent, H = 7.6 mm (coll. Forli, ex coll. Bogi). **B.** Protoconch (after Bouchet & Warén, 1985, modified). Scale bar = 1 mm. **C-H.** *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. **C.** Holotype, Rio Crevalese (Piacenza), Piacenzian, H = 6.3 mm (MZB45646). **D.** Holotype, protoconch. Scale bar = 1mm. **E.** Paratype 2, Monte Padova (Piacenza), Piacenzian, H = 6 mm (MZB45646b). **F.** Paratype 3, Guidonia (Roma), Piacenzian, H = 6.7 mm (MZB45646c). **G.** Paratype 1, Rio Stramonte (Piacenza), Piacenzian, H = 5.3 mm (MZB45646a). **H.** *Admete fusiformis* (Cantraine, 1835), Zinola (Savona), Zanclean, H = 7 mm (MRSN coll. Bellardi & Sacco, BS.045.17.001).

Località tipo

Rio Crevalese (Castell'Arquato, Piacenza), Piacenziano, lat. 44° 50' 94" Nord, long. 9° 50' 50" Est.

Altro materiale esaminato

Rio Crevalese (Piacenza), Piacenziano, 65 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Cava Lugagnano (Piacenza), Zancleano, 64 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Forli-Vecchi).

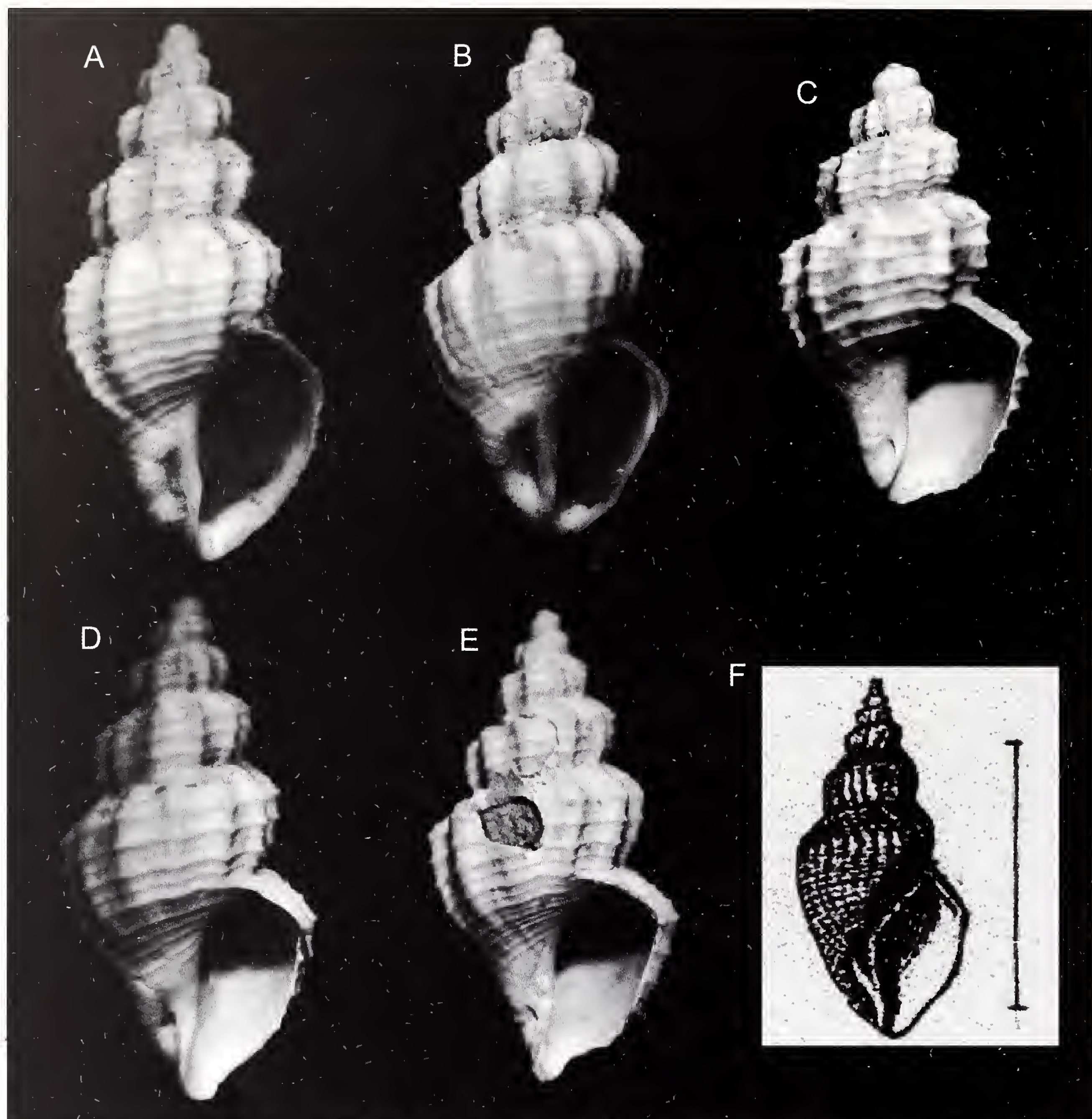


Fig. 11. A-E. *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. **A.** Guidonia (Roma), Piacenziano, H = 6,2 mm (coll. Della Bella). **B.** Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, H = 6 mm (coll. Della Bella). **C.** Pradalbino (Bologna), Piacenziano, H = 4,7 mm (coll. Della Bella). **D.** Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 5,8 mm (coll. Della Bella). **E.** Pradalbino (Bologna), Piacenziano, H = 5,7 mm (coll. Della Bella). **F.** *Admete reedi* Bell, 1870 (da Wood, 1872, modificata).

Fig. 11. A-E. *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. **A.** Guidonia (Roma), Piacenziano, H = 6.2 mm (coll. Della Bella). **B.** Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, H = 6 mm (coll. Della Bella). **C.** Pradalbino (Bologna), Piacenzian, H = 4.7 mm (coll. Della Bella). **D.** Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 5.8 mm (coll. Della Bella). **E.** Pradalbino (Bologna), Piacenzian, H = 5.7 mm (coll. Della Bella). **F.** *Admete reedi* Bell, 1870 (after Wood, 1872, modified).

Rio Torsero (Savona), Zancleano, 51 es. (coll. Della Bella-Forli). Pradalbino (Bologna), Piacenziano, 31 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, 19 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Guidonia (Roma), Piacenziano, 14 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Ceriale (Savona), Zancleano, 10 es. (coll. Della Bella). Cà Bianca (Bologna), Zancleano, 7 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Cava Campore (Parma), Piacenziano, 7 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, 7 es. (coll. Brunetti-Della Bella). San Lorenzo in collina (Bologna), Piacenziano, 7 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Vignola (Modena), Piacenziano, 6 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Ciuciano (Siena), Zancleano, 5 es. (coll. Brunetti). Altavilla Milicia (Palermo), Zancleano, 4 es. (coll. Della Bella-Forli). Bacedasco (Piacenza), Zancleano, 4 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Rio della Rocca (Reggio Emilia), Zancleano, 4 es. (coll. Brunetti-Forli). Rio Stramonte (Piacenza), Piacenziano, 4 es. (coll. Brunetti). Tabiano Bagni (Parma), Zancleano, 4 es. (coll. Della Bella). Rio Carbonaro (Piacenza), 3 es. (coll. Brunetti-Vecchi). Sabbiuno (Bologna), Zancleano, 3 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Orciano Pisano (Pisa), Piacenziano, 2 es. (coll. Brunetti-Forli). Tabiano Castello (Parma), Zancleano-Piacenziano, 2 es. (coll. Della Bella). Quattro Castella (Reggio Emilia), Piacenziano, 1 es. (coll. Vecchi). Tetti Borelli (Alessandria), Tortoniano, 1 es. (coll. Della Bella).

Origine del nome

Il nome si riferisce dall'assenza di pliche columellari.

Descrizione

Conchiglia di dimensioni non superiori a 7 mm in altezza. Protoconca multispirale composta da 2,5 giri, convessi, con suture poco profonde, scultura formata dall'incrocio di numerose e sottili linee spirali e fitte costicine filiformi flessuose. Teleoconca scalariforme, allungata, formata da 3-4 giri subangolosi, anteriormente piani, separati da suture profonde. I giri della teleoconca, sono ornati da 10-12 coste assiali piuttosto larghe, appiattite e più strette nella parte anteriore dei giri, diritte o leggermente oblique, separate da intervalli poco più ampi, in cui sono visibili deboli strie di accrescimento. Nel penultimo giro la parte anteriore, subpiana, presenta 5 cordoncini spirali, quella posteriore 6, il primo dei quali forma una sorta di carena. Soprattutto nell'ultimo giro i cordoncini spirali sono alternati a filetti più sottili. Ultimo giro alto circa 3/5 dell'altezza totale. Apertura ampia, di forma subtriangolare, affilata abapicalmente, con margine esterno piegato superiormente in corrispondenza della carena esterna, con labbro esterno internamente liscio. Bordo columellare diritto, con debole callo privo di pliche. Fessura ombelicare molto stretta e profonda.

Distribuzione

Sulla base dei dati disponibili *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. può essere considerata specie con ampia diffusione batimetrica e con distribuzione stratigrafica dal Miocene superiore al Piacenziano.

Osservazioni

Pavia (1976) notava la frequente assenza di pliche in "*Babylonella fusiformis*" attribuendola all'ampia variabilità della specie. Anche Davoli (1992), commentando questa particolarità e facendo riferimento all'affermazione di Wood (1872: p. 47, "*posses no fold on the columella*") rispetto a *subangulosa*, considerava l'assenza o la presenza di pliche columellari come una caratteristica di poca importanza, dovuta per lo più a fattori ambientali. Nella descrizione originale di *subangulosa*, Wood (1848) descrive chiaramente la presenza di tre pliche (la terza certamente riferibile alla torsione columellare). Probabilmente, la discrepanza tra le due descrizioni citate da Davoli è dovuta al fatto che Wood (1872) si riferì ad un'altra specie, *Admete reedii* Bell, 1870, di cui raffigura il tipo (**Fig. 11F**) e nella cui descrizione originale si legge: "*plaits on columella indistinct*" (Bell, 1870). *Admete reedii*, pur avendo in comune con *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. la mancanza di pliche columellari, se ne distingue nettamente per le dimensioni più che doppie (15,4 mm) e per le coste più numerose e flessuose, la base meno depressa, la columella più incavata, l'apertura più ampia e i giri meno angolosi. L'esemplare raffi-

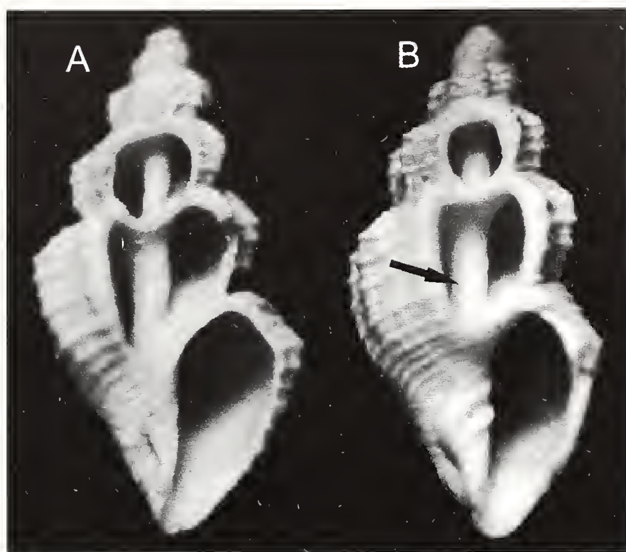


Fig. 12. A. *Pseudobabylonella aplicata* n. sp., Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, H = 5,1 mm (coll. Della Bella). **B.** *Pseudobabylonella subangulosa* (Wood, 1848), Pradalbino (Bologna), Piacenziano, H = 5 mm (coll. Della Bella). La freccia indica le pliche columellari.

Fig. 12. A. *Pseudobabylonella aplicata* n. sp., Monte Padova (Piacenza), Piacenzian, H = 5.1 mm (coll. Della Bella). **B.** *Pseudobabylonella subangulosa* (Wood, 1848), Pradalbino (Bologna), Piacenzian, H = 5 mm (coll. Della Bella). The arrow indicates the collumellar folds.

gurato da Sacco (1894: tav. 3 fig. 94) come *Babylonella fusiformis* coincide con *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. Meznerics (1933) raffigura *Admete (Babylonella) fusiformis* var. *nysti* per il Tortoniano austriaco che, per la forma dei giri arrotondati, si ritiene sia diversa da *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. "*Cancellaria*" *nysti* Hörnes, 1854 come già detto in precedenza, rimane un taxon alquanto problematico: Hörnes (1856: pag. 306) considera la sua specie identica a "*Cancellaria*" *urcianensis* D'Ancona e la segnala per il Pliocene di Castell'Arquato (Piacenza). Se così fosse, "*Cancellaria*" *nysti* diventerebbe sinonimo di *Pseudobabylonella subangulosa* ma per chiarire questo problema occorrerebbe osservare materiale tipico o topotipico.

Crediamo che la mancanza di pliche sia un carattere importante a livello specifico, in questo gruppo. L'assenza di pliche è accompagnata da altre caratteristiche che differenziano *Pseudobabylonella aplicata* n. sp. da *Pseudobabylonella subangulosa*, la specie più affine, quali la forma della spira più stretta, la differente disposizione e il maggior numero di cordoncini spirali, caratteri che si mantengono costanti. La presenza o assenza delle pliche è ben visibile anche osservando la sezione della conchiglia delle due specie (**Fig. 12A, B**).

Entrambe le specie sono presenti negli stessi giacimenti. È comunque interessante notare che, rispetto a *Pseudobabylonella subangulosa*, la nuova specie sembra essere quella più frequente, almeno per il Pliocene italiano.

Genere ***Admete*** Kröyer in Möller, 1842
(specie tipo *Admete crispa* Möller, 1842 = *Tritonium viridulum* Fabricius, 1780)

Il genere ha pliche columellari poco sviluppate o del tutto assenti. La la protoconca è liscia o con debole scultura spirale.

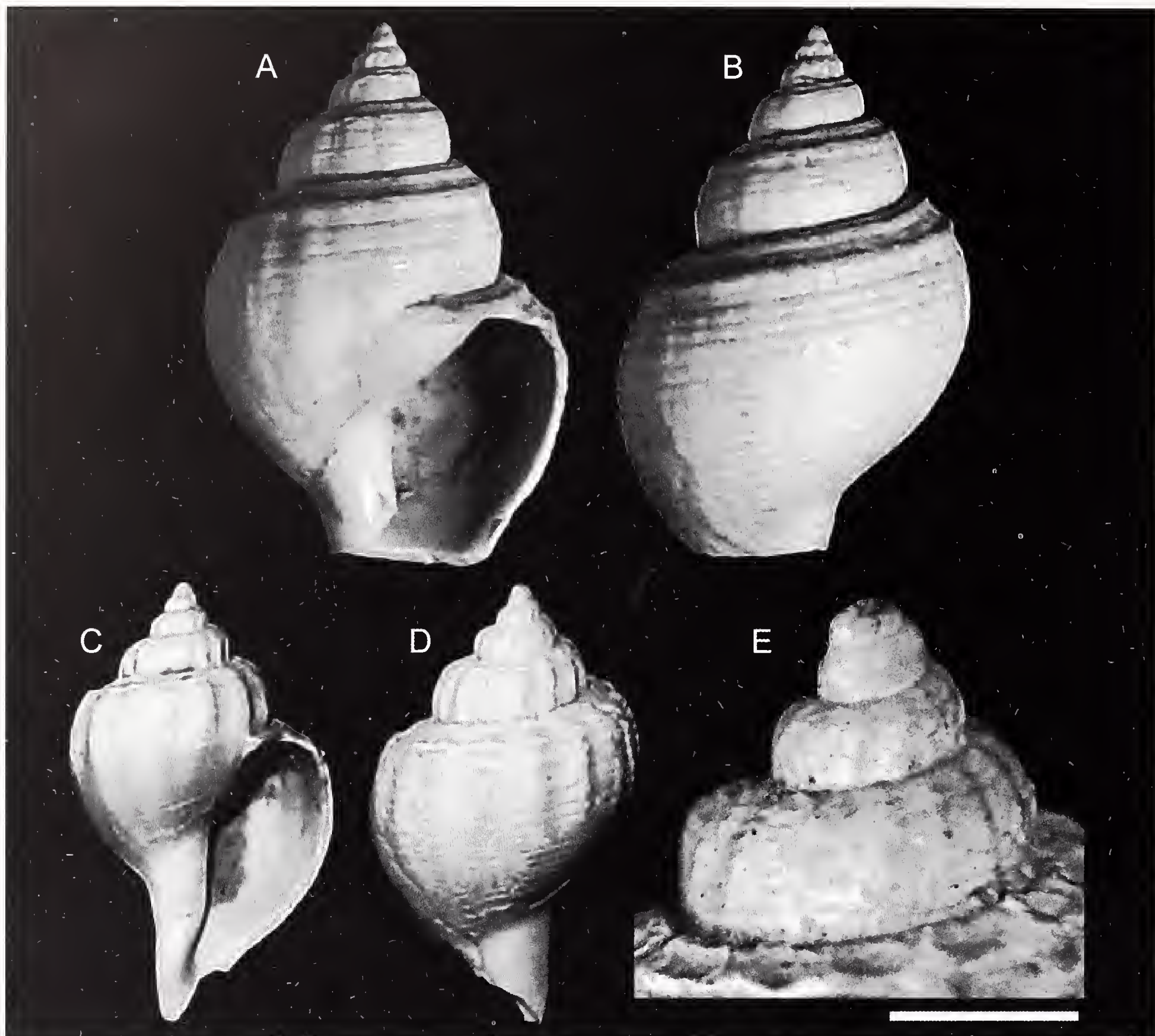


Fig. 13. *Admete viridula* (Fabricius, 1780) **A, B.** Codrignano (Imola, Bologna), Santerniano, H = 15,5 mm (coll. Della Bella). **C, D.** Codrignano (Imola, Bologna), Santerniano, H = 9,4 mm (coll. Della Bella). **E.** Particolare dei primi giri Codrignano (Imola, Bologna), Santerniano (coll. Della Bella). Scala = 1 mm.

Fig. 13. *Admete viridula* (Fabricius, 1780) **A, B.** Codrignano (Imola, Bologna), Santernian, H = 15.5 mm (coll. Della Bella). **C, D.** Codrignano (Imola, Bologna), Santernian, H = 9.4 mm (coll. Della Bella). **E.** Apical whorls, Codrignano (Imola, Bologna), Santernian (coll. Della Bella). Scale bar = 1 mm.

Le specie appartenenti a questo genere sono attualmente viventi in acque fredde e profonde (Davoli, 1982).

Admete viridula **(Fabricius, 1780)**
(Fig. 13A-E)

Tritonium viridulum Fabricius, 1780: p. 402.
Murex costellifer J. Sowerby, 1818: p. 249, tav. 199, fig. 3.
Cancellaria couthouyi Jay, 1839: p. 77.
Cancellaria costellifera (Sowerby) - Wood, 1848: p. 66, tav. 7, fig. 21.
Cancellaria couthouyi Jay - G.B. Sowerby, 1855: p. 449, tav. 96, figg. 100, 101.
Cancellaria viridula (Fabricius) - G.B. Sowerby, 1855: p. 449, tav. 96, fig. 102.
Cancellaria viridula (Fabricius) - Nyst, 1878: tav. 1, fig. 7.
Admete viridula (Fabricius) - Harmer, 1919: p. 407, tav. 39, figg. 42-47.
Admete viridula var. *couthouyi* (Jay) - Harmer, 1919: p. 408, tav. 39, figg. 48, 49.
Admete viridula (Fabricius) - Bouchet & Warén, 1985: p. 258, figg. 685-689.
Admete viridula (Fabricius) - Marquet, 1998: p. 162, fig. 135 a-c.

Materiale esaminato

Codrignano (Bologna) Santerniano, 2 es. (coll. Della Bella).

Descrizione

Conchiglia di dimensioni medie (H circa 20 mm). Protoconca di tipo multispirale composta da 2 giri convessi con nucleo appiattito, con suture poco profonde, e scultura costituita da due deboli linee spirali. Teleoconca di

5 giri globosi, anteriormente piani, formanti una rampa suturale larga. Suture strette e profonde. I giri di teleoconca, sono ornati da 12-15 coste assiali larghe, leggermente oblique, molto appiattite, esili, a volte del tutto assenti, separate da intervalli poco più ampi in cui sono visibili le strie di accrescimento. La parte anteriore dei giri, subpiana, presenta nel penultimo giro 2 cordoncini spirali molto appressati oltre ad un terzo più rilevato. Nella parte posteriore, convessa, sono presenti altri cordoncini spirali (7 nel penultimo giro), il primo dei quali più appressato alla parte superiore del giro forma una sorta di carena. Soprattutto nell'ultimo giro i cordoncini spirali sono alternati in maniera irregolare a filetti più sottili. Ultimo giro alto circa 3/4 dell'altezza totale. Apertura ampia, di forma subcircolare, con labbro esterno internamente liscio. Bordo columellare leggermente sinuoso, con debole callo privo di pliche; fessura ombelicare assente.

Distribuzione

La specie è attualmente diffusa in tutta la zona circumpolare dell'emisfero nord con ampia distribuzione batimetrica (Bouchet & Warén, 1985). Come fossile, esistono varie segnalazioni per il Pliocene del Nord Europa (Wood, 1848, 1872; Nyst, 1878; Harmer, 1919; Marquet, 1998).

Osservazioni

La complicata vicenda tassonomica di questa specie è stata chiarita da Bouchet & Warén (1985), i quali hanno designato un neotipo. Come già detto in precedenza a proposito di *Pseudobabylonella fusiformis*, Crosse (1863) fu tra i primi a precisare che *Murex costillifer* J. Sowerby, 1818 fosse identico ad *Admete viridula* ed a trattare *Admete couthoy* (Jay, 1839) come semplice forma di *viridula*.

Admete viridula è una specie estremamente variabile soprattutto nella scultura della teleoconca. Ciò ha creato una certa confusione sistematica e la creazione di numerose specie, forme o varietà, probabilmente anche a causa dall'amplissimo areale di distribuzione.

Per quanto ci risulta, questa è la prima segnalazione della specie per il Pleistocene italiano. La presenza di *A. viridula* nel Pleistocene inferiore italiano è molto significativa in quanto tipica di acque fredde, si può considerare quindi la specie come facente parte del cosiddetto gruppo degli "ospiti nordici" (Ruggieri, 1967).

Genere *Cancellicula* Tabanelli, 2008
(specie tipo *Cancellaria dregeri* Hoernes & Auinger, 1890)

Questo genere è privo di pliche columellari. Nelle specie note la protoconca è multispiralata, di forma depressa, ornata in modo più o meno evidente da filetti spirali incrociati con sottili costicine ortocline, formanti una sottile trama a maglie larghe.

Cancellicula dregeri (Hoernes & Auinger, 1890)
(Fig. 14A-H)

Cancellaria (Narona) dregeri Hoernes & Auinger, 1890: p. 780, tav. 33, figg. 18-19.

Cancellaria nassiformis Seguenza, 1880: p. 110, tav. 9, fig. 28.

Admete nassiformis var. *laevicolumella* Sacco, 1894: p. 72, tav. 3, fig. 97.

Admete nassiformis var. *quatuorcostata* Sacco, 1894: p. 73, tav. 3, fig. 98.

Babylonella nassiformis (Seguenza) - Pavia, 1976: p. 146, tav. 7, figg. 21, 22, 24.

Babylonella nassiformis var. *quatorcostata* (Sacco) - Davoli, 1982: p. 68, tav. 7, fig. 14.

Babylonella nassiformis (Seguenza) - Davoli, 1982: p. 68, tav. 7, figg. 14, 17, 18, 21, 22.

Babylonella nassiformis (Seguenza) - Tabanelli, 1985: p. 21, tav. 1, figg. 4, 5.

Babylonella nassiformis (Seguenza) - Inzani, 1992: p. 85, tav. 3, fig. 16.

Admete dregeri (Hoernes & Auinger) - Cavallo & Repetto, 1992: p. 125, fig. 323.

Admete (s.l.) *dregeri* (Hoernes & Auinger) - Davoli, 1995: p. 256, tav. 4, figg. 10-15, 18, 19.

Babylonella dregeri (Hoernes & Auinger) - Lacroce & Repetto, 1999: p. 34.

Admete dregeri (Hoernes & Auinger) - Chirli, 2002: p. 75, tav. 36, figg. 15, 16.

Admete (s.l.) *dregeri* (Hoernes & Auinger) - Landau et al., 2006: p. 88, tav. 9, figg. 5-7.

Materiale esaminato

Cava Lugagnano (Piacenza), Zancleano, 88 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Rio Merli (Ravenna), Piacenziano, 38 es. (coll. Brunetti- Della Bella). Tabiano Castello (Parma), Zancleano-Piacenziano, 24 es. (coll. Della Bella). Cava Campore (Parma), Piacenziano, 20 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Rio Albonello (Ravenna), Piacenziano, 14 es. (coll. Brunetti-Della Bella-Vecchi). Monte Padova (Piacenza), Piacenziano, 12 es. (coll. Della Bella). San Lorenzo in collina (Bologna), Piacenziano, 9 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Rio Torsero (Savona), Zancleano, 4 es. (coll. Della Bella). Vignola (Modena), Piacenziano, 4 es. (coll. Della Bella). Cava rio Tombina (Bologna), Zancleano, 3 es. (coll. Della Bella). Ciuciano (Siena), Zancleano, 2 es. (coll. Brunetti). Pradalbino (Bologna), Piacenziano, 2 es. (coll. Della Bella). Monte Roero (Asti), Zancleano, 1 es. (coll. Della Bella). Quattro Castella (Reggio Emilia), Piacenziano, 1 es. (coll. Brunetti). Tabiano Bagni, (Parma), Zancleano, 1 es. (coll. Della Bella).

Descrizione

Conchiglia di dimensioni inferiori a 5 mm in altezza, fusiforme. Protoconca multispiralata composta da 2,5 giri, convessi, di forma depressa, con nucleo piccolo e suture poco profonde. Scultura formata dall'incrocio di

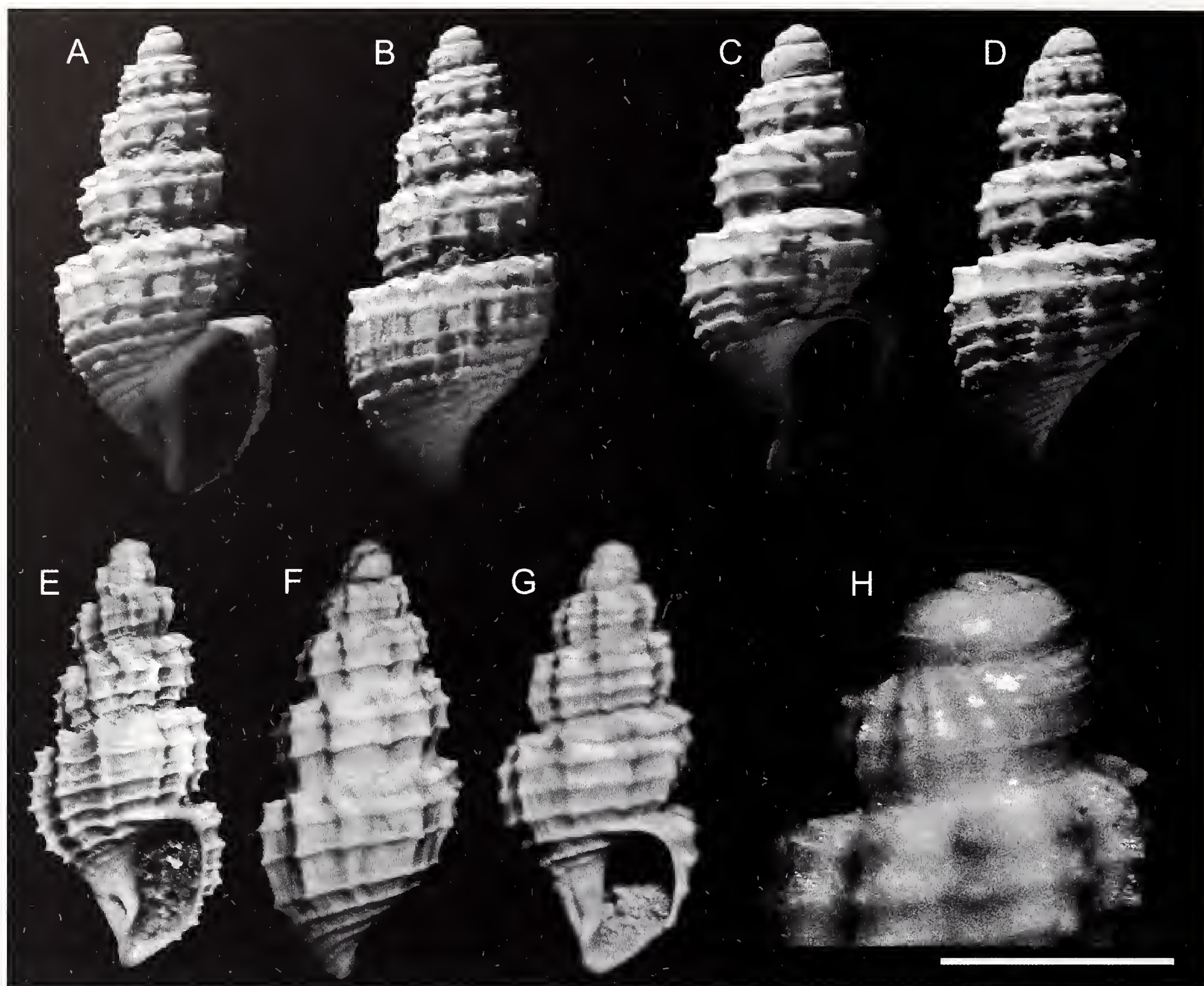


Fig. 14. *Cancellicula dregeri* (Hoernes & Auinger, 1890) **A, B.** Niederleis (Austria), Miocene superiore, sintipo, H = 6,9 mm (NHMW 1863/0015/0706). **C, D.** Jaromiereie (Austria), Miocene superiore, sintipo, H = 5,3 mm (NHMW 1863/0015/0706). **E.** Rio Torsero (Savona), Zancleano, H = 4,9 mm (coll. Della Bella). **F**. Tabiano Castello (Parma), Zancleano-Piacenziano, H = 4,8 mm (coll. Della Bella). **G**. Cava Campore (Parma), Piacenziano, H = 4,8 mm (coll. Della Bella). **H.** Particolare primi giri, Rio Torsero (Savona), Zancleano (coll. Della Bella). Scala = 1 mm.

Fig. 14. *Cancellicula dregeri* (Hoernes & Auinger, 1890) **A, B.** Niederleis (Austria), Late Miocene, sintype, H = 6.9 mm (NHMW 1863/0015/0706). **C, D.** Jaromiereie (Austria), Late Miocene, sintype, H = 5.3 mm (NHMW 1863/0015/0706). **E.** Rio Torsero (Savona), Zanclean, H = 4.9 mm (coll. Della Bella). **F.** Tabiano Castello (Parma), Zanclean-Piacenzian, H = 4.8 mm (coll. Della Bella). **G.** Cava Campore (Parma), Piacenzian, H = 4.8 mm (coll. Della Bella). **H.** Apical whorls, Rio Torsero (Savona), Zanclean (coll. Della Bella). Scale bar = 1 mm.

quattro sottili linee spirali e coste sottilissime, flessuose che divengono più robuste col crescere del giro. Teleoconca scalariforme, allungata, formata da 4 giri subangolosi, separati da suture profonde e rampa suturale molto stretta quasi piana. Ornamentazione assiale costituita da 10-11 coste robuste strette, diritte, separate da intervalli più ampi, in cui sono visibili le strie di accrescimento. Ornamentazione spirale costituita nel penultimo giro da 3-4 cordoncini, acuti che attraversando le coste formano delle spinosità. Ultimo giro alto circa $^{1}/_{4}$ dell'altezza totale. Sulla base sono presenti da 4 a 6 cingoletti spirali. Apertura piccola ovoidale. Labbro esterno internamente liscio. Bordo columellare diritto, con debole callo privo di pliche. Canale sifonale largo e leggermente piegato a sinistra. Spesso è presente una fessura ombelicare molto stretta.

Distribuzione

Cancellicula dregeri è una specie con ampia distribuzione batimetrica. È nota dal Miocene superiore al Piacenziano.

Osservazioni

Come chiarito da Verhecken (1986), il binomio *Cancellaria nassiformis* Seguenza, 1880, specie descritta per il Tortoniano di Benestare, Reggio Calabria, non è utilizzabile in quanto pre-occupato da *Cancellaria nassiformis* Lesson, 1842, specie vivente lungo le coste del Messico occidentale. Il primo binomio utilizzabile risulta quindi essere *Cancellaria dregeri* Hoernes & Auinger, 1890, di cui si presenta qui il materiale tipico (**Fig. 14A-D**).
Recentemente *Cancellicula dregeri* (Hoernes & Auinger, 1890) è stata designata come specie tipo del genere *Cancellicula* Tabanelli, 2008.
Verhecken (1986) accenna ad alcune differenze tra le popolazioni del Miocene superiore austriaco e quelle del Pliocene italiano: in particolare le popolazioni austriache presentano protoconca di dimensioni leggermente

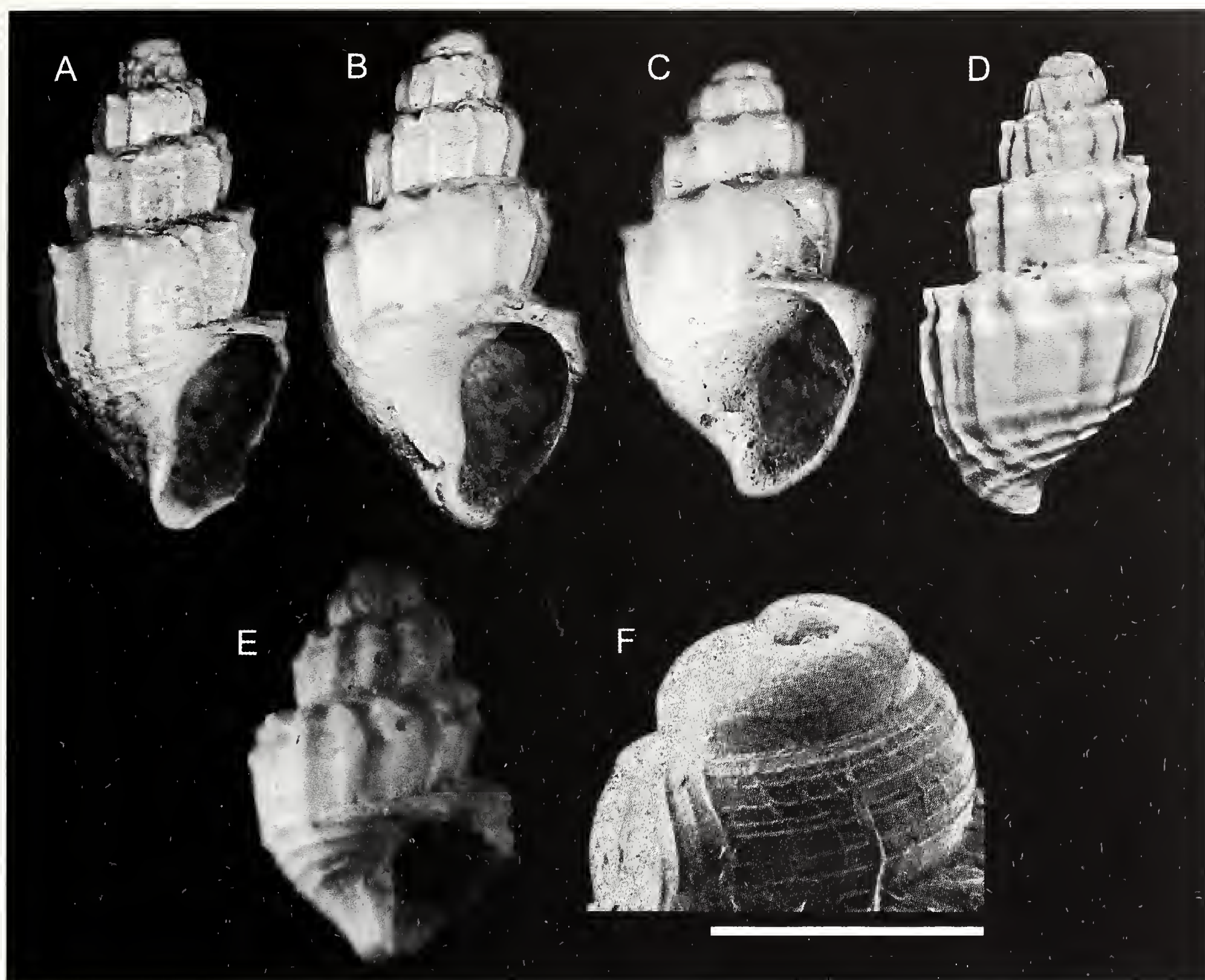


Fig. 15. *Cancellicula profunda* (Tabanelli, 1985) **A.** Moronico (Faenza, Ravenna), Santerniano, H = 4,9 mm (coll. Brunetti). **B.** Codrignano (Imola, Bologna), Santerniano, H = 4,2 mm (coll. Brunetti). **C.** Codrignano (Imola, Bologna), Santerniano, H = 3,9 mm (coll. Brunetti). **D.** Codrignano (Bologna), Santerniano, H = 4 mm (coll. Della Bella). **E.** Veggia (Reggio Emilia), Gelasiano, H = 3 mm. (coll. Vecchi). **F.** Protoconca dell'olotipo (da Tabanelli, 1985, modificato). Scala = 0,5 mm.

Fig. 15. *Cancellicula profunda* (Tabanelli, 1985) **A.** Moronico (Faenza, Ravenna), Santernian, H = 4.9 mm (coll. Brunetti). **B.** Codrignano (Imola, Bologna), Santernian, H = 4,2 mm (coll. Brunetti). **C.** Codrignano (Imola, Bologna), Santernian, H = 3.9 mm (coll. Brunetti). **D.** Codrignano (Bologna), Santernian, H = 4 mm (coll. Della Bella). **E.** Veggia (Reggio Emilia), Gelasian, H = 3 mm. (coll. Vecchi). **F.** Holotype, protoconch detail (after Tabanelli, 1985, modified). Scale bar = 0.5 mm.

più grande, scultura spirale meno pronunciata e più inclinata, scultura assiale più pronunciata con noduli più evidenti, giri più scalarati, ecc. Queste differenze non sono considerate dall'autore significative ai fini della separazione a livello specifico o sottospecifico. Crediamo, comunque, che uno studio più approfondito su popolazioni di varia età e provenienza possa essere utile per chiarire il problema.

Davoli (1982), raffigurando e discutendo la var. *quatuorcostata* Sacco, 1894, ritiene che essa rientri nella variabilità della specie, come confermato successivamente da Tabanelli (1985), con cui concordiamo. Anche la var. *laevicolumella* Sacco, 1894, si pensa possa rientrare nella variabilità di questa specie.

Cancellicula profunda (Tabanelli, 1985) **(Fig. 15A-F)**

Babylonella nassiformis profunda Tabanelli, 1985: p. 21, tav. 1, figg. 1-3.

Babylonella nassiformis profunda Tabanelli - Inzani, 1992: p. 85, tav. 3, figg. 17-18.

?*Admete dregeri profundus* (Tabanelli) – Tabanelli, 1993: p. 10, tav. 1 fig. 4.

"Babylonella" profunda (Tabanelli) - Di Geronimo & La Perna, 1997: p. 400, tav. 3, fig. 8.

Materiale esaminato

Codrignano (Bologna), Santerniano, 35 es. (coll. Brunetti-Della Bella). Rio Casinello (Bologna), Gelasiano-Santerniano, 23 es. (coll. Della Bella). Rio Gambellaro (Ravenna), Gelasiano, 6 es. (coll. Della Bella). Moronico (Ravenna), Santerniano, 1 es. (coll. Brunetti). Veggia (Modena), Gelasiano, 1 es. (coll. Vecchi).

Descrizione originale

Conchiglia di piccole dimensioni, fragile, allungata, fusiforme, a spira elevata e scalariforme. Protoconca composta da un

	Giri di teleoconca	Protoconca	Coste sul penultimo giro	Cordoncini spirali sul penultimo giro	Pliche columellari	H media
Bonellitia bonellii (Bellardi, 1841)	giri subangolosi, posteriormente depressi	2,5 giri lisci, con parziale scultura spirale, globosi	12-13	2 rilevati molto spinosi, più altri fini e subuguali	2	12 mm
Bonellitia serrata (Bronn, 1831)	giri convessi, arrotondati	2,5 giri lisci, con parziale scultura spirale, globosi	14-16	5 principali	2	13 mm
Bonellitia palazzii n. sp	molto globosi	?	20-23	2 rilevati leggermente spinosi	2	18 mm
Bonellitia striatissima n. sp.	profilo turrito, giri subangolosi, posteriormente depressi	?	13-16	13-16 subuguali	2	18 mm
Bonellitia sp.	giri molto globosi	?	20	4	2	< 10 mm
Pseudobabylonella fusiformis (Cantraine, 1835)	profilo fusiforme, con giri convessi	2,5 giri, convessi, con suture poco profonde; scultura formata da sottili linee spirali e fitte coste filiformi flessuose che si incrociano	12-15	6	2	12 mm
Pseudobabylonella subangulosa (Wood, 1848)	giri subangolosi, poco allungati	2,5 giri, convessi, con suture poco profonde; scultura formata da sottili linee spirali e fitte coste filiformi flessuose che si incrociano	10-12	7	2	< 8 mm
Pseudobabylonella aplicata n. sp	giri subangolosi, allungati	2,5 giri, convessi, con suture poco profonde; scultura formata da sottili linee spirali e fitte coste filiformi flessuose che si incrociano	10-12	10-11	–	< 7 mm
Admete viridula (Fabricius, 1780)	giri globosi, subpiani	2 giri con debole scultura spirale	12-15	10	–	20 mm
Cancellicula dregeri (Hoernes & Auinger, 1890)	profilo fusiforme-scalariforme	2 giri a maglie sottili	10-11	3-4	–	<5 mm
Cancellicula profunda (Tabanelli, 1985)	profilo fusiforme-scalariforme	2 giri a maglie sottili	10-11	2	–	<5 mm

Tab. 2. Principali caratteri morfologici delle specie trattate.

Tab. 2. Main morphological characters of the studies species.

	Mim	Ms	Z	P	G	Pi	A
Bouellitia bouellii (Bellardi, 1841)	*	*	*	*			
Bouellitia serrata (Bronn, 1831)		*	*	*			
Bouellitia palazzii n. sp				*			
Bouellitia striatissima n. sp.			*	*			
Bouellitia sp.				*			
Pseudobabylouella fusiformis (Cantraine, 1835)	*	*	*	*			
Pseudobabylonella subaugulosa (Wood, 1848)		*	*	*			
Pseudobabylouella aplicata n. sp		*	*	*			
Admete viridula (Fabricius, 1780)						*	*
Cancellicula dregeri (Hoernes & Auinger, 1890)		*	*	*			
Cancellicula profunda (Tabanelli, 1985)					*	*	

Tab. 3. Distribuzione stratigrafica delle specie trattate. Abbreviazioni: Mim = Miocene inferiore-medio, Ms = Miocene superiore, Z = Zancleano, P = Piacenziano, G = Gelasiano, Pi = Pleistocene inferiore, A = Attuale.

Tab. 3. Stratigraphic distribution of the studied species. Abbreviations: Mim = Early-Middle Pliocene, Ms = Late Miocene, Z = Zanclean, P = Piacenzian, G = Gelasian, Pi = Early Pleistocene, A = Recent.

nucleo e da due giri larghi inizialmente appiattiti, poi arrotondati. Nucleo e mezzo giro di protoconca formano la conchiglia embrionale che è evidenziata da una fine scultura a cordoni spirali con andamento a zig-zag. Il susseguente giro e mezzo forma la conchiglia larvale. Questa è caratterizzata dalla presenza di un filetto spirale a mo' di carena, a cui, nell'ultimo semigiro se ne aggiungono altri 7, intersecati, nella parte finale, da 3 costicine filiformi, sinuose e ben distanziate fra loro. Teleoconca composta da circa 4 giri di spira forniti di una rampa suturale stretta, quasi piana, e di 10-11 costole assiali. Queste ultime appaiono strette, prominenti separate da larghi interspazi. Due cingoli spirali, divisi da un solco largo e profondo, contornano posteriormente i giri, delimitando la rampa suturale e creando delle spinosità sulle costole. Sei cingoli si trovano sulla base. La sutura appare marcata. L'apertura è piccola ed ovoidale. Il margine columellare è debole. Il canale sifonale appare largo ed essendo ricurvo a sinistra crea una curvatura columellare rilevata.

Distribuzione

Cancellicula profunda era una specie di ambiente profondo, con distribuzione compresa fra il Gelasiano (Pliocene superiore) ed il Pleistocene inferiore.

Osservazioni

Per i caratteri tanto peculiari della scultura sia della protoconca che della teleoconca, si condivide l'opinione di Di Geronimo & La Perna (1997) i quali elevano questo taxon, in origine descritto come sottospecie di *Admete dregeri*, a rango specifico Non si condivide invece l'opinione di Landau et. al. (2006), i quali considerano *Cancellicula profunda* come ecotipo profondo di *Cancellicula dregeri*. Ci sembrano particolarmente significative, in particolare, le differenze nella scultura della protoconca (maggior numero di filetti spirali in *C. dregeri*) e della teleoconca (con due cingoli molto evidenti in *C. profonda*, tre o quattro in *C. dregeri*). Un'altra differenza importante è la forma della rampa suturale, che in *C. profunda* è piatta e larga, dando alla conchiglia il caratteristico aspetto scalariforme, mentre in *C. dregeri* è più stretta e inclinata.

Verhecken (1986) e Di Geronimo & La Perna (1997), avevano espresso qualche perplessità sull'effettiva appartenenza della specie al genere *Babylonella*, che recentemente è stata infatti ascritta al genere *Cancellicula* Tabanelli, 2008.

Secondo Tabanelli (2008), *Cancellicula profunda* è fileticamente legata a *Cancellicula dregeri*. Quest'ultima infatti ha una diffusione stratigrafica che sembra terminare nel Piacenziano (Tabanelli, 1985), mentre *C. profunda* è segnalata con certezza solo a partire dal Gelasiano proseguendo sino al Santerniano (Pleistocene inferiore). In questo intervallo stratigrafico, *C. profunda* mostra una distribuzione decisamente batiale, mentre la distribuzione di *C. dregeri* comprendeva anche la parte esterna della piattaforma continentale.

Ringraziamenti

Si ringraziano A. Garassino del Museo Scienze Naturali di Milano, M. Harzhauser del Naturhistorichen Museum, Geologisch-Paläontologische Abteilung, Wien (Austria), K. Moeliker, F. Slieker e J. Trausel del Natural History Museum, Rotterdam (Paesi Bassi), Stefano Dominici del Museo di Scienze Naturali di Firenze, D. Ormezzano del Museo regionale Scienze Naturali di Torino e E. e M. Borghi di Reggio Emilia, per il materiale messo a disposizione, P.G. Albano (Bologna), I. Nofroni (Roma), C. Tabanelli (Cotignola, Ravenna) e A. Verhecken (Belgio), per alcune preziose informazioni senza le quali questo lavoro non si sarebbe potuto realizzare.

Bibliografia

Anderson H.J., 1964. Faunen aus dem Miocän Nordwestdeuschlands. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, **14**: 1-390.

Aradas A., 1846. Descrizione di varie specie nuove di conchiglie viventi e fossili della Sicilia. *Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali*, **5** (2-3): 158-184.

Bellardi L., 1841. Descriptions des Cancellaires fossiles des terrains tertiaires de Piémont *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, s. 2, **3**: 1-42.

Beyrich E., 1857. Die Conchylien des norddeutschen Tertiärbirges. *Sechste Lieferung*, **1-6**: 1-336.

Bogi C., Cauli L., Pagli A. & Pagli F., 2002. Le Architectonicidae Gray J.E. del Pliocene Toscano. *Bollettino Malacologico*, **38** (1-4): 31-40.

Bouchet P. & Warén A., 1985. Revision of the Northeast Atlantic bathyal and abyssal Neogastropoda excluding Turridae (Mollusca, Gastropoda). *Bollettino Malacologico*, **Suppl. 1**: 123-298.

Brunetti M.M. & Vecchi G., 2003. Sul ritrovamento di *Teretia elegantissima* (Foresti, 1868) in terreni pliocenici dell'Emilia e della Toscana. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **42** (1-2): 49-57.

Brunetti M. M. & Vecchi G., 2005. Nuove specie di Gasteropodi del Piacenziano di rio Crevalese, Castell'Arquato (Piacenza, Italia), *Bollettino Malacologico*, **41** (1-4): 1-22.

Brunetti M. M. , Forli M. & Vecchi G., 2006. La Famiglia Cancellariidae Gray J. E., 1853 nel Plio-Pleistocene mediterraneo. I generi *Tribia* Jousseaume, 1887 e *Scalptia* Jousseaume, 1887 con descrizione di due nuove specie. *Bollettino Malacologico*, **42** (5-8): 39-57.

Brunetti M.M. & Soccio S., 2006. Osservazioni su *Nassarius strobelianus* (Cocconi, 1873), specie poco nota del Pliocene italiano *Bollettino Malacologico*, **41** (9-12): 85-88.

Brunetti M.M. , Della Bella G., Forli M. & Vecchi G., 2008. La famiglia Cancellariidae Gray J.E., 1853 nel Pliocene italiano: note sui generi *Scalptia* Jousseaume, 1887, *Tribia* Jousseaume, 1887, *Contortia* Sacco, 1894, *Trigonostoma* Blainville, 1827 e *Aneurystoma* Cossmann, 1899 (Gastropoda), con descrizione di una nuova specie. *Bollettino Malacologico*, **44** (5-8): 51-70.

Cantraine F., 1835. Diagnoses ou descriptions succintes de quelques espèces nouvelles de mollusques. *Bulletin de l'Académie royale des Sciences de Bruxelles*, **11**: 79-107.

Caprotti E., 1974. Molluschi del Tabianiano (Pliocene Inferiore) della Val d'Arda. Loro connessioni temporali e spaziali. *Conchiglie*, **10** (1-2): 1-47.

Cárdenas J., Aldea C. & Valdovinos C., 2008. Chilean marine Mollusca of northern Patagonia collected during the Cimar-10 fjords cruise. *Gayana*, **72** (2): 202-240.

Cavallo O. & Repetto G., 1992. *Conchiglie fossili del Roero*. Associazione naturalistica piemontese amici del Museo "F. Eusebio", Alba, Studio grafico Athena, 251 pp.

Ceregato A., 2001. *Paleocomunità batiali a molluschi del Pliocene del Bacino Padano*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, 52 pp.

Chirli C., 2002. *Malacofauna pliocenica toscana*. Vol. 3. Agnano Pisano, Stamperia pisana, 92 pp.

Chirli C. & Richard C., 2008. *Les Mollusques Plaisanciens de la Côte d'Azur*. Cannes la Bocca, Devaye Imprimeurs, 178 pp.

Crosse M.M., 1863. Etude sur le genre Cancellaire, et description d'espèces nouvelles (suite). *Journal de Conchiologie*, 3 sér., tome 3, **11**: 58-69.

D'ancona C., 1872. Malacologia pliocenica italiana. Memorie per servire alla descrizione della carta Geologica Italiana. *Reale Commissione Geologica Italiana*, **2**: 173-259.

Davoli F., 1980. Interpretazione di una forma teratologica di *Bonellitia* (Cancellariidae, Gastropoda) del Tortoniano. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **19** (2): 227-232.

Davoli F., 1982. Cancellariidae (Gastropoda) in E. Montanaro Gallitelli (ed.). Studi monografici sulla malacologia miocenica modenese. Parte I – I molluschi tortoniani di Montegibbio. *Palaeontographia Italica*, **72** : 5-73.

Davoli F., 1995. I molluschi del Messiniano di Borelli (Torino) 3. Cancellariidae. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali*, **13** (1): 221-264.

Della Bella G. & Scarponi D., 2004. *Molluschi Marini del Plio-Pleistocene dell'Emilia-Romagna e della Toscana, Conoidea Vol. 1 Drillidae e Turridae.* Museo Geologico G. Capellini, Editografica, 92 pp.

Della Bella G. & Scarponi D., 2007. *Molluschi Marini del Plio-Pleistocene dell'Emilia-Romagna e della Toscana, Conoidea. Vol. 2. Conidae 1.* Museo Geologico G. Capellini, Tipografia moderna, Bologna, 93 pp.

Di Geronimo I. & La Perna R., 1997. Pleistocene Bathyal Molluscan assemblage from southern Italy. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. **103** (3): 389-426.

Ferrero Mortara E., Montefameglio L., Novelli M., Opesso G., Pavia G. & Tampieri R., 1984. *Catalogo dei tipi e degli esemplari figurati della collezione Bellardi e Sacco Parte II.* VII Cataloghi del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, 484 pp.

Forli M. & Dell'Angelo B., 2000. A new species of Marginella (Mollusca, Gastropoda) from the Italian Pliocene. *Bollettino Malacologico*, **36** (5-8): 93-98.

Giannuzzi-Savelli R. & Reina M., 1983. *Thala obsoleta* (Brocchi, 1814) nel Pliocene di Altavilla ed alcune considerazioni evolutive e paleoecologiche sul genere. *Bollettino Malacologico*, **19** (9-12): 227-236.

Gatto R., 1997. Systematic revision of the Conoidean speciesof the genus Asthenostoma Harris and Burrows, 1891 from the Italian Neogene. *Memorie di Scienze Geologiche*, **49**: 37-64.

Glibert M., 1960. Les Volutacea fossiles du Cénozoïque étranger des collections de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. 2 ème série*, **61**: 1-109.

Harasewych M.G. & Petit R.E., 1990. Catalogue of the Superfamily Cancellorioidea Forbes and Hanley, 1851 (Gastropoda: Prosobranchia). *The Nautilus*, (supplement 1) **103**: 1-69.

Harmer F.W., 1914-1916. *The Pliocene Mollusca of Great Britain.* London, Palaeontographical Society, 461 pp.

Hörnes M., 1854. Die fossilen Mollusken des Tertiär-beckens von Wien. *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstaldt*, **3**: 297-384.

Inzani A., 1992. La Famiglia Cancellariidae nel Pliocene Italiano (III). *World Shells*, **1**: 82-85.

Jäger M., 1979. Fossilien aus dem Miozän von Twistringen. *Arbeitskreis Paläontologie*, **7** (5): 1-22.

Janssen, A.W., 1984. An account of the Cancellariidae (Mollusca, Gastropoda) of Winterswijk-Miste (Miocene, Hemmoorian), *The Netherlands. Scripta Geologica*, **68**: 1-39.

Janseen A.W., 1984. Mollusken uit het Mioceen van Winterswijk-Miste. Een inventarisatie, met beschrijvingen en afbeeldingen van alle aangetroffen soorten. *Bibliotheek van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging*, **36**: 1-451.

Jeffreys J.G., 1867. *British Conchology*, London, 4. van Voorst, 487 pp.

Kautsky F., 1925. Das Miozän von Hemmooor und Basbeck-Osten. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstald*, neue Folge, **97**: 1-255.

Kojumdgieva Em. & Strachimirov B., 1960. *Les Fossiles de*

Bulgarie, VI Tortonien. Sofia, Academie des Sciences de Bulgarie, 317 pp.
LACROCE L. & REPETTO C., 1999. I Cancellariidi del Pliocene Italiano. *Fossili & Fossili*, **5**: 20-39.
LANDAU B., PETIT R. & MARQUET R., 2006. The early Pliocene Gastropoda (Mollusca) of Estepona southern Spain, part 12: Cancellarioidea. *Paleobentos*, **9**: 61-101.
LOVÉN S., 1844. Index Molluscorum litora Scandinaviae occidentalia habitantium. *Öfversigt af Konl. Vetenskaps-Akademiens*. 135-204.
MARQUET R., 1998. De Pliocene Gastropodenfauna van Kallo. *Belgische Vereniging voor Paleontologie*, **17**:1-246.
MALATESTA A., 1974. *Malacofauna pliocenica umbra. Memorie per servire alla descrizione della carta Geologica Italiana Servizio Geologico D'Italia*. Roma, Tipografia Pinto, 498 pp.
MANCINI A., 1997. Molluschi fossili della cava di Formello (Guidonia-Roma). *Annali Associazione Nomentana di Storia e Archeologia*, **3**: 35-44.
MARASTI R. & RAFFI S., 1976. Osservazioni biostratigrafiche e paleoecologiche sulla malacofauna del Piacenziano di Maiatico (Parma, Emilia occidentale). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **15** (2): 189-214.
MARASTI R. & RAFFI S., 1977. Osservazioni sulla malacofauna del Piacenziano di Quattro Castella (Reggio Emilia). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali Museo Civico di Scienze naturali di Milano*, **118** (2): 228-234.
MEZNERICS I., 1933. Die Minutien der tortonischen Ablagerungen von Steinabrunn in Niederösterreich. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, **46**: 319–359.
NORDSIECK F., 1972. *Die Miozäne Molluskenfauna von Miste-Winterswijk NL (Hemmor)*. Stoccarda, G. Fischer Editore, 187 pp.
NYST P.H., 1878-1881. Conchyliologie des terrains Tertiaires de la Belgique. *Annales du Muséum royal d'Histoire naturelle de la Belgique*. **3**: 1-262.
PALAZZI S., 2000. Malacofauna pliocenica di Campore. 1. Cancellariidae. www.biosophia.it/docs/mollusca/mollusca.htm.
PAPANI G. & PELOSIO G., 1962. La serie Plio-Pleistocenica del T. Stirone (Parmense occidentale). 2° Contributo alla conoscenza dei nuovi affioramenti fossiliferi del Calabriano nel Preapennino parmense. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **81** (4): 294-335.
PAVIA G., 1976. I molluschi del Pliocene inferiore di Monteu Roero (Alba, Italia NW). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **14** (2): 99-175.
PELOSIO G., 1967. La malacofauna dello stratotipo del Tabianiano (Pliocene inferiore) di Tabiano Bagni (Parma). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **5** (2): 101-183.
PETIT R.E., 1970. Note on Cancellariidae (Mollusca: Gastropoda) - II. *Tulane studies in Geology and Paleontology*. **8** (2): 83-88.
PEYROT A., 1928. Conchiologie néogenique de l'Aquitane. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, **79**: 5-264.
RIO D., SPROVIERI R., RAFFI S. & VALLERI G., 1988. Biostratigrafia e paleoecologia della sezione stratotipica del Piacenziano. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **27**: 213-238.
ROBBA E., 1968. Molluschi del Tortoniano-Tipo (Piemonte). *Rivista Italiana di Paleontologia*, **74** (2): 437-646.
RUGGIERI, 1962. *La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna*. Camera di Commercio e dell'Industria agricola di Forlì. 79 pp.
RUGGIERI G., 1967. Un raro lamellibranchio nordico nel Quaternario (Siciliano) di Gela. *Natura*, **58** (2): 120-124.
SACCO F., 1894. *I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria*. Torino, Ed. C. Clausen, vol. 16: 1-78.
SORGENFREI T., 1958. Molluscan Assemblages from the Marine Middle Miocene of South Jutland and their Environments. *Danmarks Geoogiske Undersögelse*, **79**: 363-503.
SOWERBY J., 1818. *The mineral conchology of Great Britain; or coloured figures and descriptions of those remains of testaceus animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the earth*. London, Printed Richard Taylor, parte 3 (39-44): 41-98.
SOWERBY G.B., 1855. Monographs of Genera of shells. *Thesaurus Conchyliorum*, Bloomsbury, **2**: 439-470.
TABANELLI C., 1985. Un Cancellaridae batifilo per il Pliocene italiano. *Bollettino Malacologico*, **21** (1-4): 21-24.
TABANELLI C., 1993. Osservazioni e ipotesi sulle malacofaune plioceniche della Romagna. *Quaderni di studi e notizie di Storia Naturale della Romagna*, **2**: 1-20.
TABANELLI C., 1994. Nota alla preliminare alla malacofauna pliocenica di rio Albonello (Faenza). *Quaderni di studi e notizie di Storia Naturale della Romagna*, **3**: 3-22.
TABANELLI C., 2008. Associazioni di Paleocomunità batiali a Molluschi bentonici nel Pliocene della Romagna. Metodologie e indicazioni per nuove tematiche. *Quaderni di studi e notizie di Storia Naturale della Romagna*, **26**: 1-20.
WOOD S.V., 1848. A monograph of the Crag Mollusca, with descriptions of shells from the upper Tertiaries of the British Isles. Vol 1 Univalves. *The Palaeontographical Society of London*, **5-12**: 1-209.
WOOD S.V., 1872. Supplement to the Mollusca from the Crag: being descriptions of additional species, and remarks on species previously described. Univalves. With of Geology of the Crag District. *The Palaeontographical Society of London*, **1-31**: 1-99.
VERA-PELÁEZ J., MUNIZ-SOLÍS R., LOZANO FRANCISCO M.C., MARTINELL J., DOMÈNECH R. & GUERRA-MERCHÁN A., 1995. Cancellariidae Gray, 1853 del Plioceno de la provincia de Málaga, España. *Treballas de Museu Geologico de Barcelona*, **4**: 133-179.
VERHECKEN A., 1986. *Admete dregeri*: valid name for *Babylonella nassiformis;* with notes on *Babylonella* (Neogastropoda: Cancellariidae). *Bollettino Malacologico*, **22** (9-12): 245-250.
VERHECKEN A., 2007. Revision of the Cancellariidae (Mollusca, Neogastropoda, Cancellaroidae) of eastern Atlantic (40° N - 40° S) and the Mediterranean. *Zoosystema*, **29** (2): 281-364.
VIOLANTI D., 1987. Analisi paleoambientali e tassonomiche di associazioni a foraminiferi del Pliocene Ligure (Rio Torsero). *Bollettino Museo regionale di Scienze Naturali*, **5** (1): 239-293.

Lavoro ricevuto il 15 febbraio 2009
Lavoro accettato il 3 settembre 2009

Boll. Malacol., **45**: 83-93 (2/2009)

Una nuova sottospecie di *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832) per le Prealpi Bresciane (Gastropoda, Pulmonata, Chondrinidae)

Gianbattista Nardi

Via Garibaldi, 48, 25086 Rezzato (Brescia), Italia, gbnardi@libero.it

Riassunto

In un'area della provincia di Brescia (Lombardia orientale), compresa tra l'alta Valle Trompia, la Valle Sabbia e la sponda occidentale del Lago d'Iseo, sono state individuate quattro popolazioni di *Chondrina megacheilos* che, per le caratteristiche della conchiglia, sono state attribuite ad una nuova sottospecie. La nuova entità possiede un nicchio di grosse dimensioni (9,11-12,51 mm di altezza), munito di quattro pliche palatali all'interno dell'apertura boccale (1 soprapalatale, 1 palatale superiore, 1 palatale inferiore e 1 infrapalatale) ed è caratterizzata dalla presenza, nella parte interna del labbro, di profondi intagli che conferiscono al peristoma un aspetto denticolato. Nessuna delle altre sottospecie di *C. megacheilos*, note sino ad oggi per l'arco alpino, mostra ornamentazioni del labbro. Nel lavoro vengono fornite informazioni in merito alla morfologia conchigliare, all'anatomia (apparato genitale), all'habitat e alla distribuzione di *C. megascheilos frassineiana n. ssp.*

Abstract

Chondrina megacheilos (De Cristofori & Jan, 1832) is a common mollusc living on calcareous rocks in the central Alps. Five different subspecies are known: *C. m. megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832), *C. m. avenoides* (Westerlund, 1874), *C. m. toscolana* (Schröder, 1913), *C. m. caziotana* Pilsbry, 1918 and *C. m. burtscheri* Falkner & Stummer, 1996. During malacological researches accomplished in the Province of Brescia (Eastern Lombardy, Northern Italy), in a mountain area including Valle Trompia (Mella River Valley), Valle Sabbia (Chiese River Valley) and the western shore of Idro Lake, four populations of *Chondrina* were encountered. Basing on shell size, thickened peristomal rib, shape and position of the palatal plicae, these specimens were assigned to *C. megacheilos*. However, the presence of many deep carvings in the inner part of peristome, not present in all the others subspecies of *C. megacheilos*, supports the assignment of these specimens to a new subspecies, herein described as *C. megacheilos frassineiana* n. ssp. The new subspecies has a relatively large shell (height 9.11 mm to 12.51 mm), 4 palatal plicae into the shell aperture (1 suprapalatalis, 1 upper palatalis, 1 lower palatalis and 1 infrapalatalis), 3 of them strong, straight and parallel. The animal is black with dark grey head and sides. Genitalia are very similar to those known for the other subspecies (e.g. *C. megacheilos avenoides*). The new taxon is compared in shell morphology with all of the Northern Italian *Chondrina* species and the Alpine *C. megacheilos* subspecies. Its distribution and ecology are discussed.

Parole chiave

Chondrinidae, *Chondrina megacheilos*, nuova sottospecie, Lombardia orientale, sistematica, distribuzione, ecologia.

Introduzione

Al genere *Chondrina* (famiglia Chondrinidae) appartengono molluschi terrestri rupicoli, spiccatamente calciofili, a distribuzione paleartica occidentale (Schileyko, 1998).
L'attuale inquadramento tassonomico delle specie e sottospecie appartenenti alla fauna italiana deriva dalle monografie di Nordsieck (1962) e Gittenberger (1973) ed è principalmente basato sulla morfologia della conchiglia, poiché questo gruppo presenta un tratto genitale piuttosto semplice, privo di caratteri diagnostici significativi.
Se si escludono *Chondrina oligodonta* (Del Prete, 1879), entità endemica delle Alpi Apuane (Italia centrale), e *C. avenacea* (Bruguière, 1792), presente con la sottospecie nominotipica anche nel centro-sud Italia, in Sicilia e in Sardegna, tutte le altre specie e sottospecie italiane sono distribuite lungo l'arco alpino: *C. avenacea* (Bruguiére, 1792) con 6 entità sottospecifiche, *C. megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832) con 5 entità sottospecifiche, *C. multidentata* (Strobel, 1851) con 3 entità sottospecifiche; *C. bergomensis* (Küster, 1850) vive esclusivamente nei dintorni di Bergamo (Lombardia) (Graack, 1985), mentre *C. arcadica clienta* (Westerlund, 1883) (Dhora & Welter-Schultes, 1996; Bank, 2004) frequenta solo il settore nord-orientale del nostro paese (Alpi Carniche e Giulie) (Manganelli at al., 1995; Gerber, 2002). Infine, Proschwitz & Johannesson (1996) suggeriscono che *C. generosensis* Nordsieck, 1962, endemica di una ristretta area al confine tra la provincia di Como (Lombardia) e il Canton Ticino (Svizzera), fino ad oggi ritenuta una sottospecie di *C. megacheilos*, possa essere considerata specie distinta.
I taxa sottospecifici di *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832) sono i seguenti: *C. m. caziotana* Pilsbry, 1918 presente nelle Alpi Liguri, presso il confine francese e in Francia (Alpes Maritimes); *C. m. burtscheri* Falkner & Stummer, 1996 delle Alpi settentrionali austriache, rinvenuta sino ad oggi in un'unica località italiana,

Località	N	H	D	h	d
Cima Caldoline	38	10,93 ± 0,86 (9,21-12,51)	3,80 ± 0,13 (3,51-4,06)	3,77 ± 0,10 (3,36-4,23)	2,85 ± 0,11 (2,50-3,31)
Cima Valcaelli	31	10,45 ± 0,50 (9,52-11,82)	3,78 ± 0,11 (3,55-3,99)	3,72 ± 0,16 (3,21-4,21)	2,80 ± 0,08 (2,62-3,09)
Passo Portole	21	9,80 ± 0,46 (9,11-10,81)	3,58 ± 0,20 (3,36-4,11)	3,37± 0,13 (2,88-3,75)	2,64 ± 0,18 (2,32-3,07)
Corno Barzo	2	10,86 ± 0,31 (10,55-11,17)	3,98 ± 0,07 (3,91-4,05)	3,78 ± 0,09 (3,74-3,82)	2,84 ± 0,10 (2,64-3,05)

Tab. 1. Dimensioni della conchiglia (mm) nelle diverse popolazioni di *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp.: media ± deviazione standard e range (tra parentesi). **N** = numero di esemplari misurati; **H** = altezza della conchiglia; **D** = diametro della conchiglia; **h** = altezza dell'apertura; **d** = diametro dell'apertura.

Tab. 1. Shell size (mm) in the different populations of *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp.: mean ± standard deviation and range (in parentheses). **N** = number of shells; **H** = shell height; **D** = shell diameter; **h** = aperture height; **d** = aperture diameter.

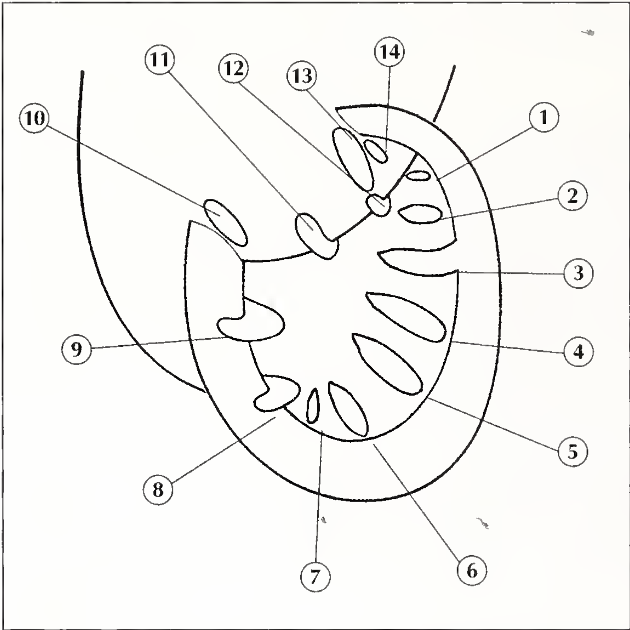


Fig. 1. Nomenclatura di pliche e lamelle aperturali in *Chondrina* (ridisegnato e modificato da Gittenberger, 1973). Pliche del sistema palatale: plica suturale (**1**), plica soprapalatale (**2**), plica palatale superiore (**3**), plica palatale inferiore (**4**), plica infrapalatale (**5**), plica basale (**6**), plica subbasale (**7**); lamelle del sistema parieto-columellare: lamella infracolumellare (**8**), lamella columellare (**9**), lamella infraparietale (**10**), lamella parietale (**11**), lamella spirale (**12**), lamella angolare (**13**), lamella subangolare (14).

Fig. 1. Terminology of plicae and lamellae inside the shell aperture of *Chondrina* (redrawn and modified after Gittenberger, 1973). Plicae of the palatal system: suturalis (**1**), suprapalatalis (**2**), upper palatalis (**3**), lower palatalis (**4**), infrapalatalis (**5**), basalis (**6**), subbasalis (**7**); lamellae of the parieto-columellaris system: infracolumellaris (**8**), columellaris (**9**), infraparietalis (**10**), parietalis (**11**), spiralis (**12**), angularis (**13**), subangularis (**14**).

in Trentino-Alto Adige (Gerber, 2002), sebbene questa attribuzione sia avvenuta con riserva; *C. m. avenoides* (Westerlund, 1874), *C. m. megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832) e *C. m. toscolana* (Schröder, 1913), che occupano areali più o meno ristretti lungo l'arco alpino centrale (Fig. 9).

Lo studio della malacofauna rupicola, condotto negli anni 2007 e 2008 in una vasta area della provincia di Brescia compresa tra l'alta Valle Trompia, la Valle Sabbia e la sponda occidentale del Lago d'Idro, ha portato alla scoperta di quattro popolazioni di *Chondrina* particolarmente interessanti. Per le notevoli dimensioni del nicchio (**Tab. 1**), per la struttura massiccia dello stesso, il suo peristoma fortemente ispessito e riflesso e per la forma e la disposizione delle pliche palatali che caratterizzano l'armatura della sua bocca, sono apparse riferibili a *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832). Tuttavia, per altre caratteristiche, non riscontrabili in nessun'altra delle numerose stazioni fino ad oggi note di questa specie (Nordsieck, 1962; Nordsieck, 1970; Gittenberger, 1973; Manganelli et al., 1995; Falkner & Stummer, 1996; von Proschwitz & Johannesson, 1996; Gerber, 2002), queste popolazioni possono essere viste come appartenenti ad una nuova entità di livello sottospecifico.

Materiali e metodi

I molluschi sono stati raccolti manualmente su pareti rocciose calcaree e sono stati conservati in parte a secco,

Fig. 2. Conchiglie di *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp. **A-C**. Olotipo, raccolto a Cima Caldoline, 1.800 m s.l.m., Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08): **A**. Vista frontale, **B**. Vista laterale, **C**. Particolare del peristoma. **D-F**. Tre paratipi raccolti a Cima Caldoline, 1.800 m s.l.m., Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi e R. Frassine leg. 141/07/07, 31/08/08). **G-I**. Tre paratipi raccolti a Cima Valcaelli, 1.300 m s.l.m., Anfo (Brescia), 32TPR1471 (G. Nardi leg. 20/09/08). **L, M.** Due paratipi raccolti al Passo delle Portole, 1.700 m s.l.m., Lavenone (Brescia), 32TPR0973 (G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08). **N**. Un paratipo raccolto sul Corno Barzo, 1.800 m s.l.m., Collio (Brescia), 32TPR0872 (G. Nardi leg. 20/09/08). Scala = 1 cm.

Fig. 2. Shells of *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp. **A-C**. Holotype from Cima Caldoline, 1,800 m, Municipality of Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi and R. Frassine leg. 31/08/08): **A**. Frontal view, **B**. Lateral view, **C**. Detail of peristomal rib. **D-F**. Three paratypes from Cima Caldoline, 1,800 m, Municipality of Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi and R. Frassine leg. 141/07/07, 31/08/08). **G-I**. Three paratypes from Cima Valcaelli, 1,300 m, Municipality of Anfo (Brescia), 32TPR1471 (G. Nardi leg. 20/09/08). **L, M**. Two paratypes from Passo delle Portole, 1,700 m, Municipality of Lavenone (Brescia), 32TPR0973 (G. Nardi and R. Frassine leg. 31/08/08). **N**. Paratype from Corno Barzo, 1,800 m, Municipality of Collio (Brescia), 32TPR0872 (G. Nardi leg. 20/09/08). Scale bar = 1 cm.


A
B
C
D
E
F
G
H
I
L
M
N

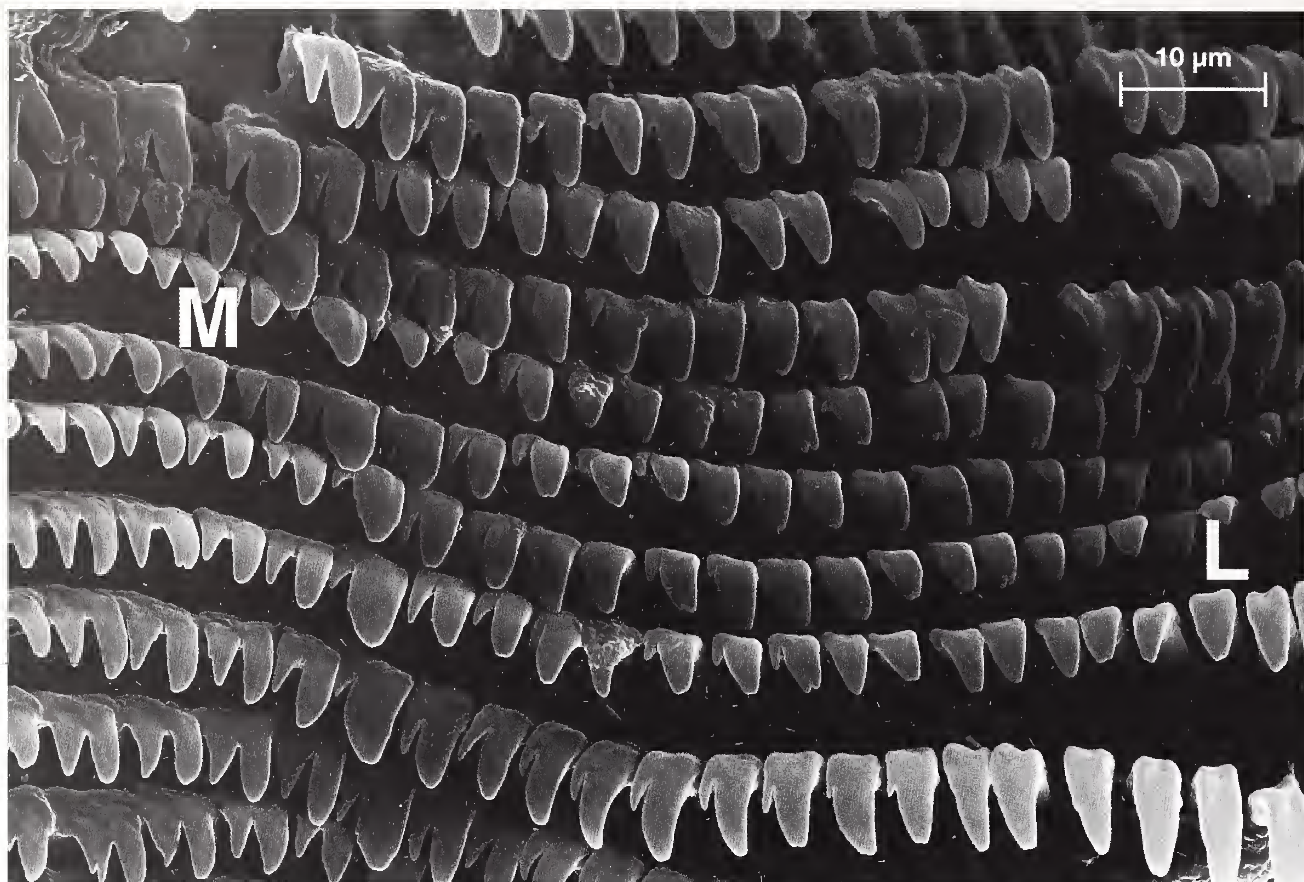


Fig. 3. Radula di un esemplare di *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp. raccolto a Cima Caldoline, 1.800 m s.l.m., Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08): **L**. Denti laterali; **M**. Denti marginali.

Fig. 3. Radula of *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp. from Cima Caldoline, 1,800 m, Municipality of Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi and R. Frassine leg. 31/08/08): **L**. lateral teeth; **M**. marginal teeth.

per favorire lo studio della conchiglia, e in parte in alcool a 80%, per permettere la successiva analisi dell'apparato riproduttore. I tratti genitali sono stati disegnati per mezzo di una camera lucida.

Per la nomenclatura delle lamelle e delle pliche presenti all'interno dell'apertura boccale si è seguito lo schema mostrato nella **Fig. 1**.

Sistematica

Classe Gastropoda Cuvier, 1795
Sottoclasse Pulmonata Cuvier in Blainville, 1814
Ordine Stylommatophora A. Schmidt, 1855
Famiglia Chondrinidae Steenberg, 1925
Genere *Chondrina* Reichenbach, 1828
Specie *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832)

Chondrina megacheilos frassineiana **n. ssp.**
(Figg. 2-5, 6D)

Descrizione

Conchiglia destrorsa, cilindro-conica, composta da 7,5-8,5 giri di spira poco convessi, separati da sutura profonda; ombelico aperto ma piuttosto stretto. Superficie percorsa da irregolari strie di accrescimento oblique, molto sottili, apprezzabili solo a forte ingrandimento; nicchi conservati a secco di colore bruno-rossiccio. Ultimo giro alto quasi quanto metà dell'altezza totale; apertura ovoidale, con parte inferiore di solito compressa lateralmente e dunque più stretta della metà superiore; parte terminale dell'ultimo giro a volte vistosamente carenata, a volte con profilo più arrotondato. Peristoma di colore crema o nocciola, fortemente riflesso e ispessito lungo tutto il suo perimetro fino circa all'altezza della plica soprapalatale; da questo punto, e fino al suo vertice superiore destro, nettamente più sottile; parte interna del labbro caratterizzata dalla presenza di profondi intagli (da 7 a 15 in esemplari adulti) che determinano la formazione di protuberanze i quali conferiscono al peristoma un aspetto denticolato (**Fig. 2C**); all'interno della bocca, dal vertice in alto a sinistra, fino al vertice superiore destro, si contano le seguenti strutture:

- una lamella columellare e una lamella subcolumellare, la prima più fortemente sviluppata della seconda;
- tre grosse pliche palatali principali (palatale superiore, palatale inferiore e infrapalatale), l'infrapalatale non affatto breve come nelle *C. megacheilos* tipiche, tuttavia non profondamente infossate nella bocca, diritte (prive di sinuosità e di strozzature centrali), tra loro parallele; delle tre, solo la palatale superiore raggiunge il labbro e vi si inserisce;
- una piccola plica soprapalatale, ovoidale o tondeggiante;
- una lamella angolare, di solito poco sviluppata (spesso accompagnata da una callosità biancastra) dietro

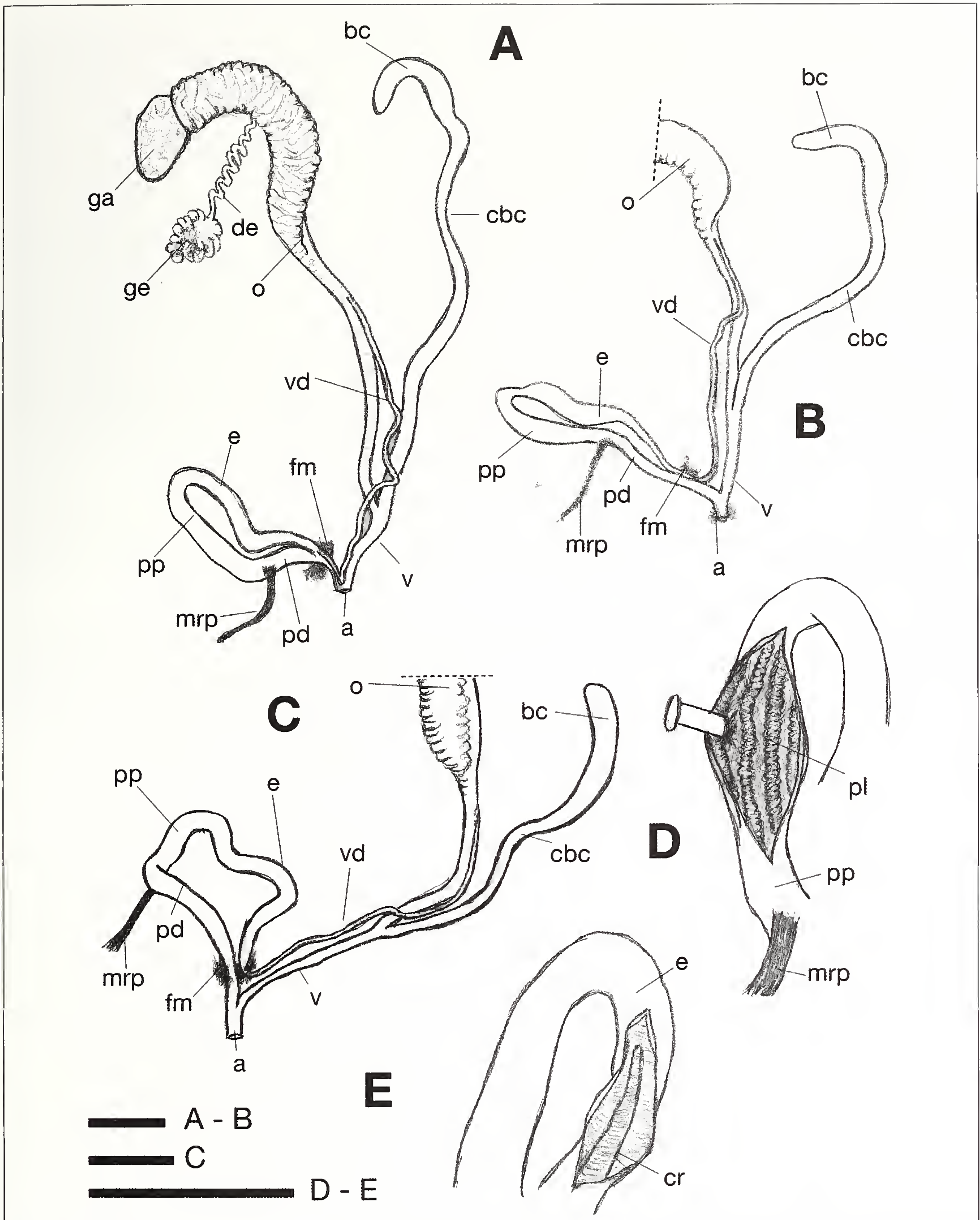


Fig. 4. Apparato genitale di *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp.: **A.** Tratto genitale completo di un esemplare raccolto al Passo delle Portole, 1.700 m s.l.m., Lavenone (Brescia), 32TPR0973 (G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08). **B.** Tratto genitale distale di un esemplare raccolto a Cima Caldoline, 1.800 m s.l.m., Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08). **C.** Tratto genitale distale di un esemplare raccolto a Cima Valcaelli, 1.300 m s.l.m., Anfo (Brescia), 32TPR1471 (G. Nardi leg. 20/09/08). **D.** Pareti interne del pene. **E.** Interno dell'epifallo.
Acronimi: atrio (**a**), borsa copulatrice (**bc**), canale della borsa copulatrice (**cbc**), cresta all'interno dell'epifallo (**cr**), epifallo (**e**), fascetti muscolari collegati al muscolo retrattore oculare (**fm**), ghiandola dell'albume (**ga**), ghiandola ermafrodita (**ge**), muscolo retrattore del pene (**mrp**), ovispermidutto (**o**), pene distale (**pd**), file di papille longitudinali saldate in forma di pliche (**pl**), pene prossimale (**pp**), vaso deferente (**vd**).

Fig. 4. Genitalia of *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp.: **A.** Complete genitalia of a specimen from Passo delle Portole, 1,700 m, Municipality of Lavenone (Brescia), 32TPR0973 (G. Nardi and R. Frassine leg. 31/08/08). **B.** Distal genitalia of a specimen from Cima Caldoline, 1,800 m, Municipality of Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi and R. Frassine leg. 31/08/08). **C.** Distal genitalia of a specimen from Cima Valcaelli, 1,300 m, Municipality of Anfo (Brescia), 32TPR1471 (G. Nardi leg. 20/09/08). **D.** Inner side of penis. **E.** Ridge inside epifallus.
Acronyms: atrium (**a**), bursa copulatrix (**bc**), bursa copulatrix duct (**cbc**), ridge inside epifallus (**cr**), epifallus (**e**), muscles connected with retractor muscle of eyes (**fm**), albumen gland (**ga**), gonad (**ge**), retractor muscle of penis (**mrp**), ovispermiduct (**o**), distal penis (**pd**), lines of papillae inside penis (**pl**), prossimal penis (**pp**), vas deferens (**vd**).

la quale si intravede, nella parte più interna della bocca, una piccola lamella spirale;
- infine, nella parte superiore della bocca, al centro, è presente una lamella parietale.

Le quattro pliche della regione palatale (palatale superiore, palatale inferiore, infrapalatale e soprapalatale) sono visibili anche dall'esterno, in trasparenza, sotto forma di lamelle biancastre più o meno lunghe (**Fig. 2B**). Su numerosi campioni analizzati (**Tab. 1**), solo in due esemplari è stata riscontrata la presenza di piccole pliche infrapalatali rudimentali; in tutti gli altri, lo schema sopra descritto è risultato particolarmente costante. Le pliche palatali, di solito, sono poste esattamente di fronte al sistema parieto-columellare: la plica soprapalatale alla stessa altezza della lamella parietale; la plica palatale superiore alla stessa altezza della lamella columellare; la plica palatale inferiore alla stessa altezza della lamella subcolumellare; altezza della conchiglia compresa tra 9,11 e 12,51 mm; diametro della conchiglia compreso tra 3,36 e 4,11 mm. Altezza dell'apertura compresa tra 2,88 e 4,23 mm; diametro dell'apertura compreso tra 2,64 e 3,05 mm (**Tab. 1**).
Animale di colore nero ardesia, con capo e fianchi grigio scuri e suola biancastra bordata di grigio lungo tutto il suo perimetro; esemplari conservati in alcool di colore grigio scuro. Radula formata da numerose file di denti, ciascuna della quali è composta da un dente centrale unicuspidato, non riconoscibile rispetto ai denti laterali, e circa 34-36 denti per parte, tra laterali e marginali: i laterali appaiono unicuspidati, allungati e uncinati; i denti marginali sono invece provvisti di 2 cuspidi (**Fig. 3**).
Apparato genitale composto da una piccola gonade ermafrodita da cui si diparte un dotto ermafrodito circonvoluto, collegato con l'ovispermidutto; ghiandola dell'albume piuttosto voluminosa; la parte uterale dell'ovispermidutto si continua con una lunga ed esile vagina, dopo l'inserzione di un lungo e snello canale della borsa copulatrice che reca una borsa copulatrice molto allungata, cilindrica, con apice arrotondato; la parte prostatica dell'ovispermidutto, invece, si continua con un esile vaso deferente che si inserisce nell'epifallo. All'epifallo segue senza soluzione di continuità un pene cilindrico, privo di flagello, più lungo dell'epifallo stesso; un sottile muscolo retrattore, inserito a circa metà del pene, divide questo tra la porzione prossimale e quella distale (**Fig. 4A**); pareti interne del pene con 3-4 file longitudinali di papille saldate tra di loro a formare delle creste (**Fig. 4D**); all'interno dell'epifallo è presente una struttura rilevata e allungata (cresta), arrotondata all'estremità distale (**Fig. 4E**). I dati esposti sono frutto dell'analisi anatomica di 24 esemplari.

Località tipo

Versante SW di Cima Caldoline, 1.800 m s.l.m., alta Valle Abbioccolo, comune di Lavenone, Valle Sabbia, provincia di Brescia, 32TPR0972.

Materiale tipo

Olotipo: conchiglia raccolta nella località tipica (G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08), depositata presso la Collezione Malacologia del Museo di Scienze Naturali di Brescia.
Paratipi: tutti i materiali esaminati provengono dalle seguenti stazioni.

1. Versante SW di Cima Caldoline, 1.800 m s.l.m., alta Valle Abbioccolo, comune di Lavenone, Valle Sabbia, provincia di Brescia, 32TPR0972; G. Nardi e R. Frassine leg. 14/ 07/07; G. Nardi, A. Braccia e R. Frassine leg. 22/07/07, G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08 (2 esemplari, 2 nicchi, Museo di Scienze Naturali di Brescia; 13 esemplari, 7 nicchi, coll. G. Nardi; 4 esemplari, 3 nicchi, coll. M. Bodon; 2 esemplari, 2 nicchi, coll. F. Giusti; 1 nicchio coll. A. Braccia).
2. Passo delle Portole, 1.700 m s.l.m., SW Dosso Alto, comune di Lavenone, Valle Sabbia, provincia di Brescia, 32TPR0973; G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08 (2 esemplari, 3 nicchi, Museo di Scienze Naturali di Brescia; 8 esemplari, 5 nicchi, coll. G. Nardi; 2 nicchi, coll. M. Bodon; 1 nicchio, coll. F. Giusti; 1 nicchio, coll. A. Braccia).
3. Versante meridionale del Corno Barzo, 1.800 m s.l.m., NE Monti di Paio, comune di Collio, Valle Trompia, provincia di Brescia, 32TPR0872; G. Nardi, A. Braccia e R. Frassine leg. 05/07/08; G. Nardi leg. 20/09/08 (1 nicchio, Museo di Scienze Naturali di Brescia; 1 nicchio, coll. G. Nardi).
4. Versante meridionale di Cima Valcaelli, 1.300 m s.l.m., E Cima dell'Ora, comune di Anfo, sponda occidentale del Lago d'Idro, provincia di Brescia, 32TPR1471; G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08; G. Nardi leg. 20/09/08 (2 nicchi, Museo di Scienze Naturali di Brescia; 4 esemplari, 17 nicchi, coll. G. Nardi; 2 esemplari, 2 nicchi, coll. M. Bodon; 2 esemplari, 2 nicchi, coll. F. Giusti).

Il materiale studiato è depositato nelle seguenti collezioni: Museo di Scienze Naturali di Brescia (Via Oza-

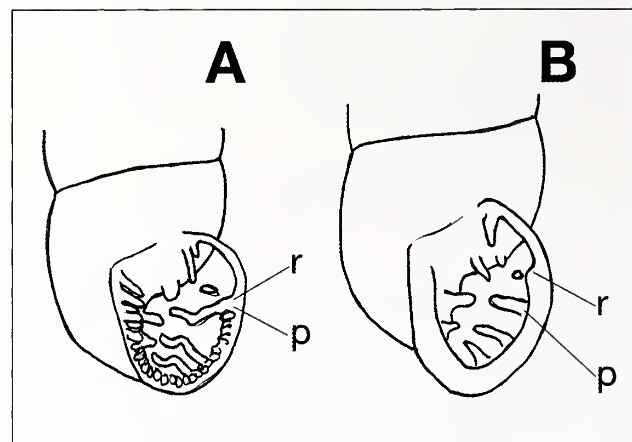


Fig. 5. Peristoma e posizione delle pliche palatali in *Chondrina multidentata* (**A**) e *Chondrina megacheilos* (**B**): punto in cui il labbro si restringe (**r**), punto di unione tra la plica palatale superiore e il peristoma (**p**).

Fig. 5. Peristomal rib and palatal plicae of *Chondrina multidentata* (**A**) and *Chondrina megascheilos* (**B**): point where lip becomes narrow (**r**), position of upper palatal plica (**p**).

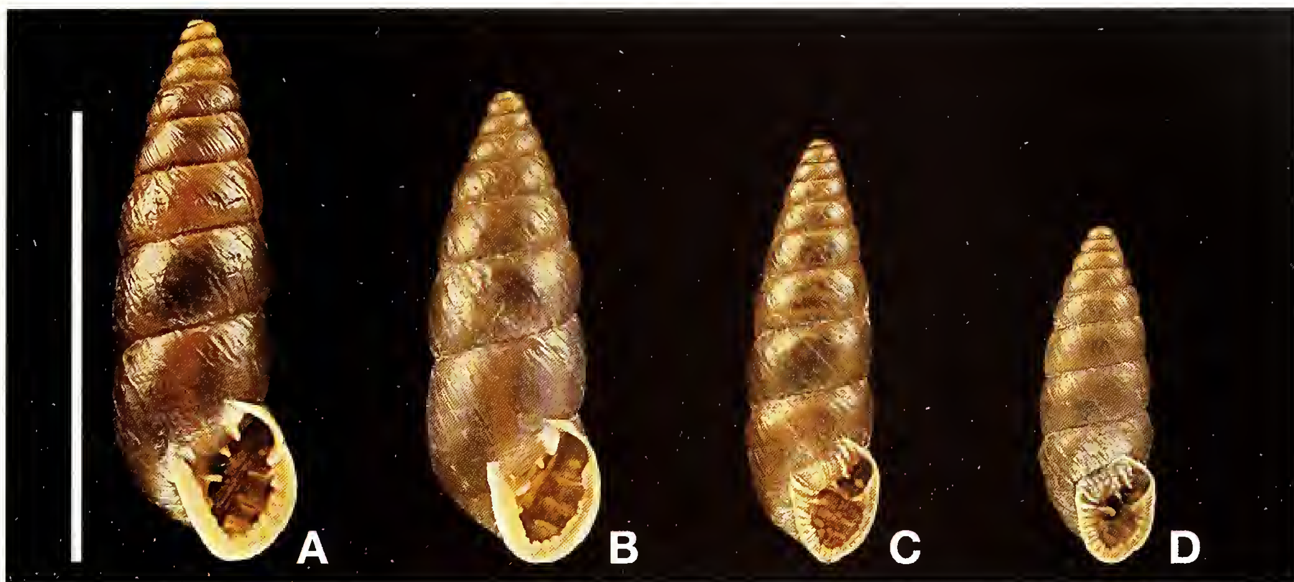


Fig. 6. Ornamentazione del peristoma in *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp (**A, B**) e in *Chondrına multidentata multidentata* (Strobel, 1851) (**C, D**). **A, B**. Esemplari raccolti a Cima Caldoline, 1.800 m s.l.m., Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi e R. Frassine leg. 31/08/08). **C**. Esemplare raccolto in Val Padone, 600 m s.l.m., Angolo Terme (Brescia), 32TNR8784 (G. Nardi e A. Braccia legit, 08/08/99). **D**. Esemplare raccolto in Val Baione, 1.200 m s.l.m., Lozio (Brescia), 32TNR9794 (G. Nardi e A. Braccia legit, 03/07/05).

Fig. 6. Apertural armature of *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp (**A, B**) and *Chondrina multidentata multidentata* (Strobel, 1851) (**C, D**). **A, B**. Specimen from Cima Caldoline, 1,800 m, Municipality of Lavenone (Brescia), 32TPR0972 (G. Nardi and R. Frassine leg. 31/08/08). **C**. Specimen from Val Padone, 600 m, Municipality of Angolo Terme (Brescia), 32TNR8784 (G. Nardi and A. Braccia leg. 08/08/99). **D**. Specimen from Val Baione, 1,200 m, Municipality of Lozio (Brescia), 32TNR9794 (G. Nardi and A. Braccia leg. 03/07/05).

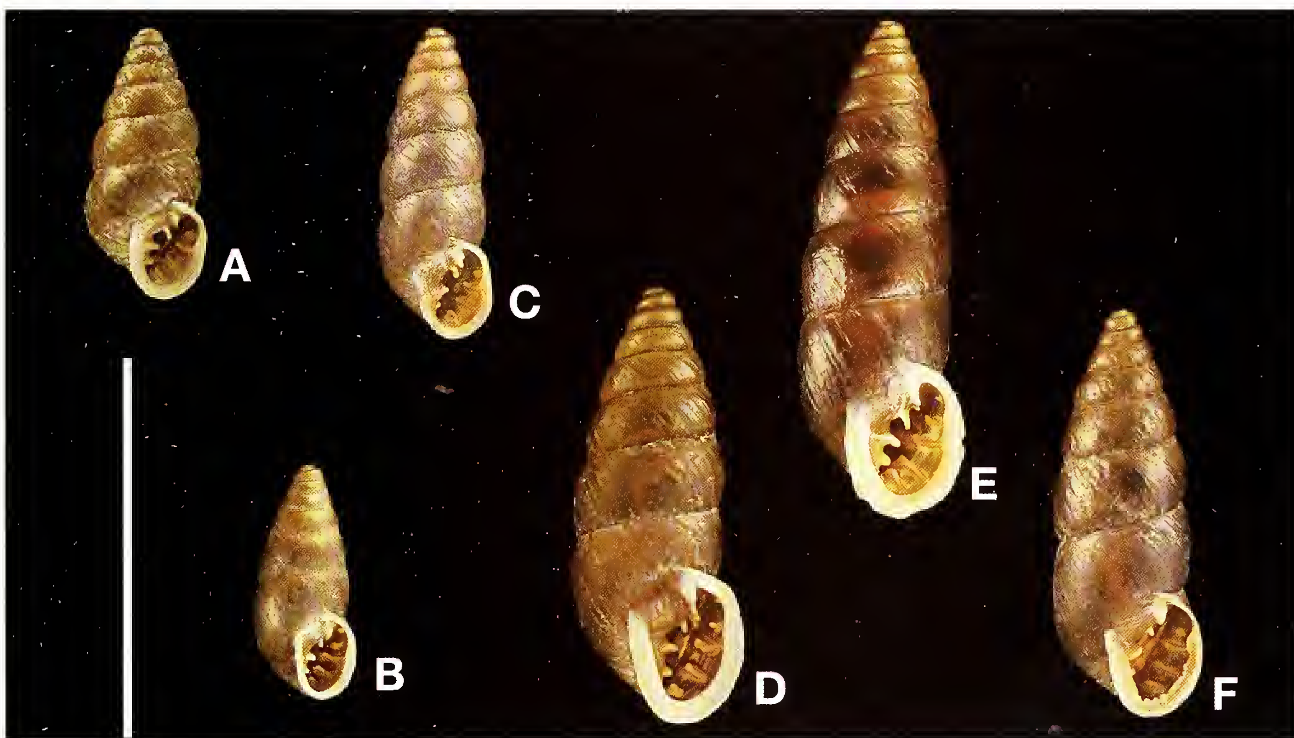


Fig. 7. Conchiglie delle sottospecie di *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832). **A**. *C. megacheilos avenoides* (Westerlund, 1874), Campione del Garda, 150 m ca. s.l.m., Tremosine (Brescia), 32T3PR668 (G. Nardi e A. Braccia leg. 06/04/97). **B**. *C. megacheilos burtscheri* Falkner & Stummer, 1996, Valle di Mauls, 950 m ca. s.l.m., Vipiteno (Bolzano), 32TPS9292 (I. Niero leg. 17/07/03). **C**. *C. megacheilos caziotana* Pilsbry, 1918, versante NW del M. Pietravecchia, 1.800 m ca s.l.m., Alpes Maritimes (Francia), 32TLP9271 (A. Boato leg. 12/07/80, ex coll. M. Bodon). **D**. Esemplare di *Chondrina megacheilos megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832) raccolto presso l'ecostazione comunale di Ballabio, 700 m ca. s.l.m., Ballabio (Lecco), 32TNR3883 (G. Nardi, A. Braccia e I. Niero leg. 21/05/05). **E**. Esemplare di *Chondrina megacheilos toscolana* (Schröfer, 1913) raccolto nella media Val Toscolano, 300 m ca. s.l.m., Toscolano Maderno (Brescia), 32TPR2558 (G. Nardi e R. Frassine leg. 08/07/07). **F**. Esemplare di *Chondrına megacheilos frassineiana* n. ssp. raccolto a cima Valcaelli, 1.300 m s.l.m., Anfo (Brescia), 32TPR1471 (G. Nardi leg. 20/09/09). Scala = 1 cm.

Fig. 7. Shells of the subspecies of *Chondrina megacheios* (De Cristofori & Jan, 1832). **A**. *C. megacheilos avenoides* (Westerlund, 1874), Campione del Garda, 150 m, Municipality of Tremosine (province of Brescia), 32T3PR668 (G. Nardi and A. Braccia leg. 06/04/97). **B**. *C. megacheios burtscheri* Falkner & Stummer, 1996, Valle di Mauls, 950 m, Municipality of Vipiteno (province of Bolzano), 32TPS9292 (I. Niero leg. 17/07/03). **C**. *C. megacheios caziotana* Pilsbry, 1918, NW slope of Monte Pietravecchia, 1,800 m, Alpes Maritimes (France), 32TLP9271 (A. Boato leg. 12/07/80, ex coll. M. Bodon). **D**. Specimen of *Chondrina megacheilos megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832) rocks close to the rubbish station of Ballabio, 700 m, Municipality of Ballabio (province of Lecco), 32TNR3883 (G. Nardi, A. Braccia and I. Niero leg. 21/05/05). **E**. Specimen of *Chondrina megacheilos toscolana* (Schröder, 1913), middle Val Toscolano, 300 m, Municipality of Toscolano Maderno (province of Brescia), 32TPR2558 (G. Nardi and A. Frassine leg. 08/07/07). Scale bar = 1 cm. **F**. Specimen of *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp., Cima Valcaelli, 1.300 m, Municipality of Anfo (province of Brescia), 32TPR1471 (G. Nardi leg. 20/09/08). Scale bar = 1 cm.

nam 4, Brescia), G. Nardi (Via Garibaldi 48, Rezzato, Brescia), M. Bodon (Via delle Eriche 100/8, Genova), F. Giusti (Dipartimento di Biologia Ambientale dell'Università di Siena, Via Mattioli 4, Siena), A. Braccia (Via Ischia 19, Brescia).

Origine del nome

La nuova sottospecie è dedicata all'amico botanico Renato Frassine (Cellatica, Brescia) che, conducendomi per primo nella località tipica, ha permesso la scoperta di questa nuova entità.

Habitat

La nuova sottospecie vive esclusivamente su pareti rocciose calcaree.

Distribuzione

Le quattro stazioni isolate, note sino ad oggi, si trovano nelle Prealpi Bresciane (provincia di Brescia, Lombardia orientale) in un'area compresa tra la Valle Trompia, la Valle Sabbia e la sponda occidentale del Lago d'Idro.

Osservazioni

Le dimensioni della conchiglia (**Tab. 1**), la struttura massiccia, il notevole spessore del labbro e, soprattutto, la posizione delle pliche palatali rispetto al sistema parieto-columellare, hanno permesso di assegnare la nuova entità sottospecifica a *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832). Vi è poi un'altra peculiarità che conferma questa attribuzione: in *C. megacheilos*, infatti, il labbro presenta un notevole spessore lungo tutto il suo perimetro, dal vertice sinistro del peristoma, fino circa all'altezza della plica soprapalatale (vertice destro); in quel punto si trova una strozzatura e il labbro diventa improvvisamente più sottile. La plica palatale superiore si inserisce ben al di sotto di questo restringimento (**Fig. 5B**). In *Chondrina multidentata*, una specie apparentemente simile per la presenza di numerosi dentelli sul peristoma (**Fig. 6C, D**), il labbro si restringe invece proprio nel punto di inserzione della plica palatale superiore nel peristoma (**Fig. 5A**). *C. multidentata*, rispetto a *C. megacheilos*, possiede inoltre pliche palatali più lunghe, profondamente infossate all'interno della bocca, non parallele tra loro, dall'aspetto sinuoso per via di strozzature intermedie.
Anche le altre specie italiane differiscono profondamente da *C. megacheilos*. *Chondrina avenacea* presenta un nicchio più cilindrico e la plica palatale superiore è posta più in alto (di fronte alla lamella parietale); la plica soprapalatale, inoltre, è assente o ridotta a un nodulo puntiforme (Nordsieck, 1962). *Chondrina generosensis* possiede una conchiglia piccola (altezza compresa tra 4,6 e 7 mm) con tre sole pliche palatali (la palatale superiore e la palatale inferiore simili; l'infrapalatale molto meno sviluppata).
Il nicchio di *Chondrina bergomensis* ha un caratteristico colore grigiastro (le altre specie italiane hanno conchiglia di colore bruno-violaceo), con superficie esterna solcata da forti strie di accrescimento. All'interno dell'apertura boccale si contano sempre tre pliche palatali, parallele, molto simili tra loro. *Chondrina arcadica clienta*, unica sottospecie di *C. arcadica* presente nel nostro paese (Bank, 2004: Fauna Europaea version 1.1, http://www.

1a	Al massimo 4 pliche palatali nell'apertura boccale	**2**
1b	Solitamente più di 4 pliche palatali nell'apertura boccale	**4**
2a	Parte interna del labbro percorsa da numerosi intagli che conferiscono al peristoma un aspetto denticolato; sottospecie endemica di una ristretta area della provincia di Brescia, compresa tra l'alta Valle Trompia, la Valle Sabbia e la sponda occidentale del Lago d'Idro	*C. m. frassineiana* n. ssp.
2b	Labbro liscio, privo di ornamentazioni	**3**
3a	Plica soprapalatale sempre presente, plica basale sempre assente; lamelle spirale e angolare non saldate; sottospecie endemica presente in Lombardia (con una maggior concentrazione di stazioni nell'area orientale), nel Veneto occidentale e nel Trentino meridionale	*C. m. avenoides*
3b	Di solito plica soprapalatale assente e plica basale presente; lamelle spirale e angolare saldate tra loro; sottospecie presente nelle Alpes Maritimes (Francia) e in una ristretta area delle Alpi Liguri (provincia di Imperia)	*C. m. caziotana*
4a	Plica suturale sempre presente, lamella spirale ben sviluppata	**5**
4b	Plica suturale assente, lamella spirale ridotta; sottospecie endemica della media Val Toscolano (provincia di Brescia)	*C. m. toscolana*
5a	Labbro non fortemente ispessito; sottospecie presente nelle Alpi Austriache e in una stazione italiana (Val di Mauls, Trentino-Alto Adige)	*C. m. burtscheri*
5b	Labbro sempre fortemente ispessito, solitamente color bianco latte; sottospecie presente nella Lombardia occidentale e nel Canton Ticino (Svizzera)	*C. m. megacheilos*

Tab. 2. Chiave dicotomica per la determinazione delle sottospecie di *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832).

Tab. 2. Analytical key for the identification of the subspecies of *Chondrina megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832).

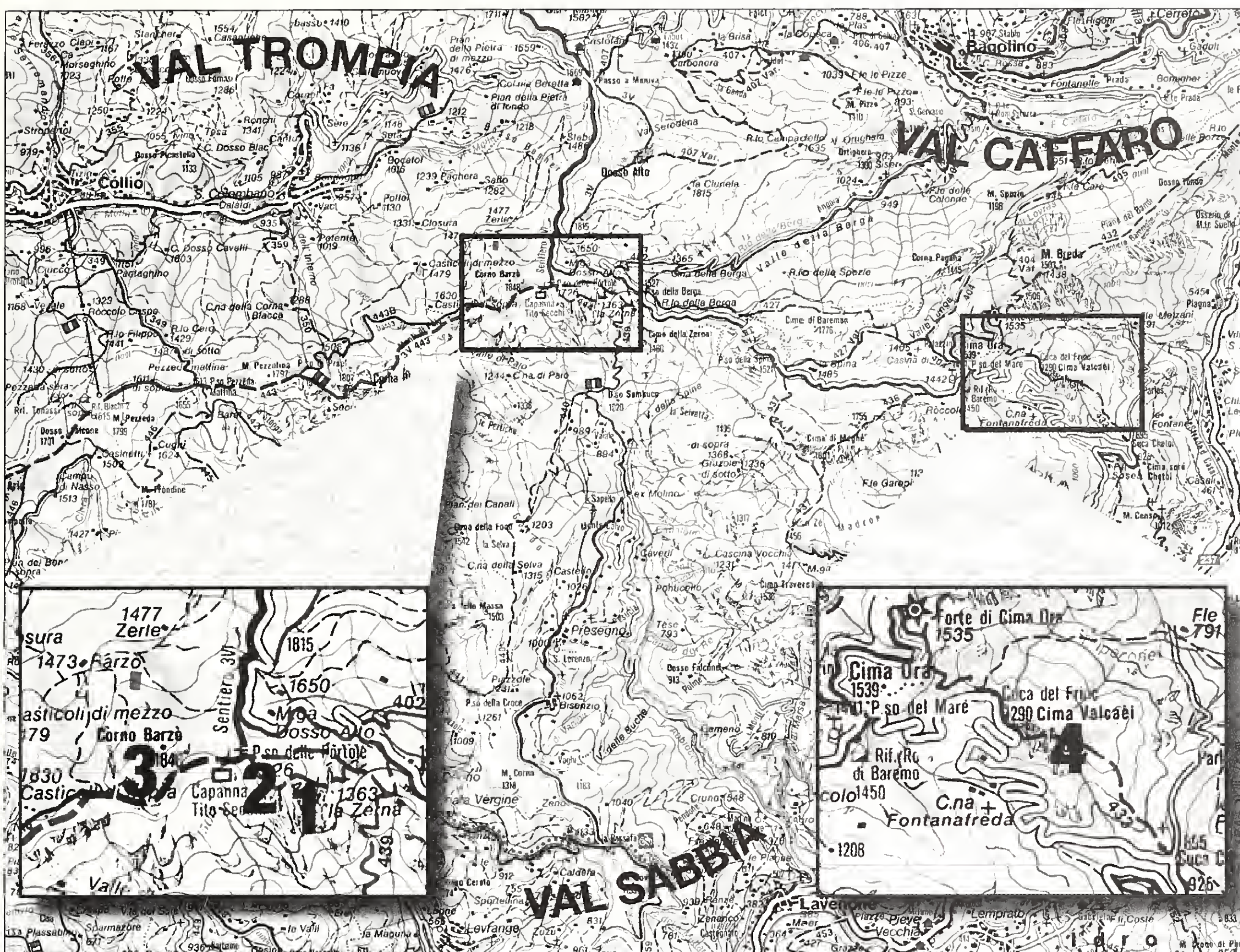


Fig. 8. Distribuzione di *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp. in provincia di Brescia. **1**. Versante SW di Cima Caldoline (1.800 m); **2** Passo delle Portole (1.700 m); **3**. Versante meridionale del Corno Barzo (1.800 m); **4**. Versante meridionale di Cima Valcaelli (1.300 m).

Fig. 8. Distribution of *Chondrina megacheilos frassineiana* n. ssp. in the Province of Brescia (Eastern Lombady). **1** SW Cima Caldoline (1,800 m); **2**. Passo delle Portole (1,700 m); **3**. S Corno Barzo (1,800 m); **4**. S Cima Valcaelli (1,300 m).

faunaeur.org), possiede nicchio con suture profonde, giri di spira convessi e peristoma poco riflesso (piuttosto sottile); le pliche palatali (di solito solo due) sono poste alla stessa altezza delle due pliche columellari. Infine, *Chondrina oligodonta* è probabilmente la più caratteristica tra le specie della fauna italiana, avendo la parte interna della bocca priva di pliche e lamelle.

Una chiave dicotomica per il riconoscimento delle entità sottospecifiche di *Chondrina megacheilos* è proposta nella **Tab. 2**. *C. megacheilos caziotana* (**Fig. 7C**), rispetto a *C. megacheilos frassineiana* n. ssp., presenta una taglia inferiore (altezza massima pari a 9,9 mm), un labbro meno riflesso ma fortemente ispessito e, all'interno della bocca, solitamente una plica basale (Gittenberger, 1973: fig. 98); inoltre vive esclusivamente nel SE della Francia (Alpes Maritimes) e nell'area italiana confinante (Liguria occidentale). *C. megacheilos burtscheri* (**Fig. 7B**), delle Alpi settentrionali, è decisamente più piccola (altezza massima di 8,4 mm); gli esemplari raccolti nell'unica stazione italiana (Mauls, Trentino-Alto Adige), attribuiti a questa entità con riserva da Gerber (2002), sono differenti dalla nuova sottospecie per la presenza di 5-6 pliche palatali (è sempre presente una plica suturale, mentre la plica basale può essere più o meno presente) e mostrano caratteri intermedi tra esemplari tipici di *C. m. megacheilos* e di *C. m. avenoides* (Gerber, 2002: p. 39).

Per la sua struttura massiccia, le dimensioni notevoli degli esemplari adulti ed il forte ispessimento del labbro, *C. m. frassineiana* n. ssp. si accosta decisamene meglio a *C. m. megacheilos* (**Fig. 7D**) e *C. m. toscolana* (**Fig. 7E**), che tuttavia possiedono un numero differente di pliche palatali: *C. m. toscolana* ne ha 6, essendo presenti anche una plica basale ed una sesta plica tra la basale e la lamella infracolumellare (Eikenboom, 1996: tav. 3, fig. 3); *C. m. megacheilos* ne ha invece 5, essendo presente anche una plica suturale (Nordsieck, 1962: p. 19, fig. 5). La nuova entità è munita complessivamente di 4 pliche palatali (soprapalatale, palatale superiore, palatale inferiore e infrapalatale) (**Fig. 7F**), così come *C. m. avenoides* (Nordsieck, 1962: p. 19, fig. 6), che però ha quasi sempre dimensioni inferiori e una struttura generale meno massiccia (**Fig. 7A**). Rispetto a tutte le sottospecie note di *C. megacheilos* (Nordsieck, 1962; Gittenberger, 1973; Falkner & Stummer, 1996), *C. megacheilos frassineiana* n. ssp. si caratterizza per la peculiare ed esclusiva ornamentazione del labbro: internamente, infatti, esso è percorso da profondi intagli che provocano delle gibbosità convesse, conferendo al labbro un profilo denticolato (**Fig. 2**). Se queste protuberanze vengono analizzate a forte ingran-

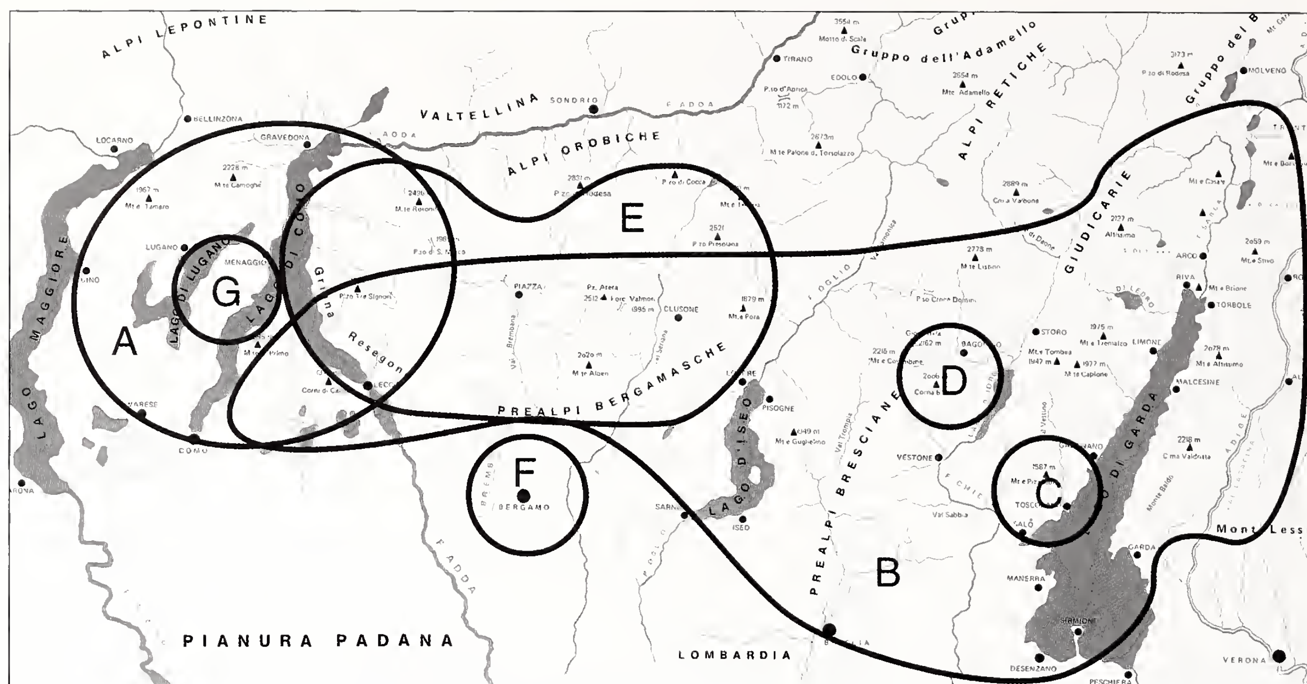


Fig. 9. Distribuzione del genere *Chondrina* in Lombardia (Alpi centrali): **A**. *C. megacheilos megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832); **B**. *C. megacheilos avenoides* (De Cristofori & Jan, 1832); **C**. *C. megacheilos toscolana* (Schröder, 1913); **D**. *C. megacheilos frassineiana n. ssp.*; **E**. *C. multidentata multidentata* (Strobel, 1851); **F**. *C. bergomensis* (Küster, 1850); **G**. *C. generosensis* Nordsieck, 1962.

Fig. 9. Distribution of the genus *Chondrina* in Lombardy (Central Alps): **A**. *C. megacheilos megacheilos* (De Cristofori & Jan, 1832); **B**. *C. megacheilos avenoides* (De Cristofori & Jan, 1832); **C**. *C. megacheilos toscolana* (Schröder, 1913); **D**. *C. megacheilos frassineiana n. ssp.*; **E**. *C. multidentata multidentata* (Strobel, 1851); **F**. *C. bergomensis* (Küster, 1850); **G**. *Chondrina generosensis* Nordsieck, 1962.

dimento, risultano differenti dai piccoli dentelli che ornano normalmente il labbro di *C. multidentata multidentata* e di *C. multidentata schista* (Westerlund, 1887) (*C. multidentata gredleriana* Clessin, 1887 ha il labbro privo di ornamentazioni): questi ultimi sono infatti posti anche al di sopra del labbro, nella parte riflessa (piatta), e sporgono come vere e proprie papille (**Fig. 6C, D**). In ogni caso, mentre la presenza di dentelli sul labbro non è un carattere costante in *C. multidentata* (sono appunto mancanti in *C. multidentata gredleriana* Nordsieck, 1962), qualsiasi tipo di ornamentazione del labbro è completamente assente nelle altre sottospecie di *C. megacheilos* e si presenta per la prima volta in questa nuova entità. Il carattere "intagli nel labbro" è costante e sempre presente in esemplari adulti (completamente sviluppati); tuttavia, anche in esemplari giovani (labbro sottile) o immaturi (labbro non completamente ispessito) è sempre presente, nella parte interna del labbro, un minimo accenno di crenatura. In *C. megacheilos frassineiana* n. ssp. la parte terminale dell'ultimo giro può risultare da molto carenata, con vertice inferiore appuntito (popolazioni di Cima Caldoline e di Cima Valcaelli), a decisamente arrotondata (popolazioni del Passo delle Portole e del Corno Barzo) (**Fig. 2**). Questa variabilità, anche nell'ambito della stessa sottospecie, è stata gia riscontrata sia in popolazioni di *C. megacheilos* che in quelle di *C. multidentata* (Nordsieck, 1962; Eikenboom, 1996; Gerber, 2002).

Le specie del genere *Chondrina* possiedono un tratto anatomico piuttosto semplificato che non offre molti caratteri discriminanti, sicché la sistematica specifica e sottospecifica del gruppo è interamente basata sui soli caratteri della conchiglia (Nordsieck, 1962; Gittenberger, 1973). Le differenze nella dimensioni del complesso pene-epifallo o nella lunghezza del canale della borsa copulatrice, per esempio, sono poco evidenti e, inoltre, presentano una certa variabilità anche all'interno di una stessa popolazione. L'analisi anatomica degli esemplari di *C. megacheilos frassineiana* n. ssp. (**Fig. 4A-C**) ha evidenziato un apparato genitale che, esternamente, risulta assai simile a quello pubblicato da Gittenberger (1973: p. 183) per *C. megacheilos avenoides*.

Anche esemplari di *C. megacheilos megacheilos* raccolti in Valsassina (Ballabio, Lecco; G. Nardi, A. Braccia e I. Niero leg. 21/05/05) e di *C. megacheilos toscolana* raccolti in Val Toscolano (Toscolano Maderno, Brescia; G. Nardi e R. Frassine leg. 08/07/07), hanno mostrato tratto genitale simile per forma e dimensioni a quello della nuova entità.

In esemplari di *C. megacheilos frassineiana* n. ssp. l'interno del pene è percorso da 4 (raramente 3) file di papille saldate tra di loro a formare delle creste longitudinali (**Fig. 4D**), mentre all'interno dell'epifallo è presente una struttura snella e allungata (cresta), arrotondata all'estremità distale (**Fig. 4E**). Queste ornamentazioni interne si possono ritrovare identiche anche in altre sottospecie di *C. megacheilos*.

Di questa particolare nuova sottospecie di *Chondrina* sono state individuate quattro popolazioni distinte, dislocate lungo un'asse NW-SE, in un'area compresa tra l'alta Val Trompia, la Val Sabbia (alta Valle Abbioccolo) e la sponda occidentale del Lago d'Idro; tre di queste sono tra loro vicine (Corno Barzo, Passo Portole e Cima Caldoline) mentre la quarta (Cima Valcaelli) è separata dalle altre e distante circa 5,5 km (**Fig. 8**).

Dopo scrupolose analisi di campagna, tutti i gruppi montuosi che circondano le prime tre stazioni, ovvero la Corna Blacca, i Monti di Paio, il Dosso Alto, e la Cima

della Zerna, sono risultati privi di altre popolazioni di *Condrina*. Allo stesso modo, i gruppi montuosi che separano le prime tre stazioni da Cima Valcaelli, ovvero Cima della Zerna, Cima Baremone, Cima Maghe e Cima dell'Ora, parrebbero non ospitare alcuna popolazione di *Chondrina*. Le popolazioni più prossime sembrerebbero dunque essere quelle censite in alta Valle Abbioccolo in località Vaiale (Nardi, Braccia e Frassine leg. 02/08/08) e in Valle Fontanafredda, pochi chilometri a sud di Cima Valcaelli (Nardi e Frassine leg. 31/08/08), tutte assegnabili a *C. megacheilos avenoides*.
Si è escluso che *C. megacheilos frassineiana* n. sp. possa rappresentare un caso di ibridazione tra *C. megacheilos* e *C. multidentata*, sia per l'evidente isolamento delle quattro popolazioni scoperte, sia perché si ritiene improbabile che popolazioni di *C. megacheilos* e di *C. multidentata* siano venute a contatto in quell'area (almeno in epoche recenti). *Chondrina multidentata multidentata*, infatti, ha una distribuzione più occidentale (**Fig. 9**) e le uniche popolazioni censite nel bresciano, dopo molti anni di ricerche, sono distanti dalla Val Trompia, dalla Val Sabbia e dal Lago d'Idro e si trovano tutte lungo il versante destro della Valle dell'Oglio (Valle Camonica), presso il confine con la provincia di Bergamo:

- Val di Scalve, comune di Angolo Terme (J. Eikenboom, 1996);
- Val Padone, comune di Angolo Terme (G. Nardi e A. Braccia legit, 08/08/99);
- Val Baione, comune di Lozio (G. Nardi e A. Braccia legit, 03/07/05).

Il gruppo montuoso Corna Blacca-Cima Caldoline, che attraverso il Corno Zeno e la Cima Baremone raggiunge la costa occidentale del Lago d'Idro, è composto da rocce carbonatiche mesozoiche (Norico) (Berruti, 1981). Per il suo aspetto frastagliato e ricco di guglie ha guadagnato il nome di "Piccole Dolomiti Bresciane", nelle guide escursionistiche ufficiali delle Prealpi Bresciane (Camerini, 2006). L'intero comprensorio è considerato "area di rifugio", essendo stato risparmiato dai ghiacci durante l'ultima glaciazione (Berruti, 1981; Cita et al., 1990). Il protratto isolamento dell'area ha permesso la formazione e l'insediamento di endemismi, sia ristretti, sia a più ampia distribuzione insubrica, tra cui sono già note diverse specie botaniche (Fenaroli, 1989; Reisigl & Keller, 1990).
Le popolazioni di *C. m. frassineiana* n. sp. di Cima Caldoline, Passo delle Portole e Corno Barzo sono posizionate a quote piuttosto elevate (oltre 1700–1800 m) e questo influenza direttamente il ciclo biologico dei molluschi rupicoli, riducendo il loro periodo di attività a pochi mesi: in tarda primavera ci si imbatte più facilmente in esemplari immaturi, o molto giovani; esemplari ben sviluppati si possono incontrare di solito da metà luglio fino circa all'inizio di ottobre. La popolazione di Cima Valcaelli invece, essendo posta a quota minore (1300 m), gode di un clima leggermente meno rigido.
Gli esemplari si rinvengono attaccati alle pareti rocciose, solitamente in piccoli gruppi (al massimo 5-10 esemplari ravvicinati). Si sospetta che il numero esiguo di individui censiti nella località tipica (Cima Caldoline) nella stagione 2007, sia in parte dovuto a un imponente incendio doloso che ha interessato l'alta Valle Abbioccolo (Valle Sabbia) nella primavera di quell'anno e che ha senza dubbio contribuito ad impoverirne la popolazione (Lazzari, 1979).

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Dr. M. Bodon (Genova) per il costante aiuto nello studio dei campioni raccolti e per i preziosi suggerimenti ricevuti; il Prof. F. Giusti (Siena) e il Dr. F. Welter-Schultes (Göttingen, Germania) per la revisione critica del testo; gli amici A. Braccia e R. Frassine (Brescia) per il loro supporto durante le escursioni di campagna; gli amici I. Niero (Venezia) e W. De Mattia (Trieste) per il materiale bibliografico fornito; il signor S. Bartolini (Firenze) per la realizzazione delle fotografie delle conchiglie; il signor M. Ulivi e il Dr. S. Cianfanelli (Firenze) per la realizzazione della foto al SEM della radula.

Bibliografia

Berruti G., 1981. *Geologia del territorio bresciano. Itinerari geologici dal pedemonte al passo del Gavia*. Grafo Ed., Brescia, 149 pp.

Bank R.A., 2004. Fauna Europaea: Mollusca Gastropoda. Fauna Europaea version 1.1, http://www.faunaeur.org.

Camerini F., 2006. Prealpi Bresciane. *Guida dei monti d'Italia*. Touring Club Italiano/Club Alpino Italiano. Touring Editore, Milano, 464 pp.

Cita M.B., Gelati R. & Gregnanin A., 1990. *Guide Geologiche Regionali, 11: Alpi e Prealpi Lombarde*. Società Geologica Italiana, 292 pp.

Dhora DH. & Welter-Schultes F.W., 1996. List of species and atlas of the non-marine molluscs of Albania. *Schriften zur Malakozoologie*, **9**: 90-197.

Eikenboom J., 1996. Een verslag van 10 jaar landslakken verzamelen in Italie. *De Kreukel*, **32**: 61-106.

Falkner G. & Stummer B., 1996. Isoliertes Vorkommen einer sudalpinen Kornschnecke in Voralberg: *Chondrina megacheilos burtscheri* n.ssp. (Gastropoda: Chondrinidae). *Nachrichtenblatt der Ersten Vorarlberger Malakologischen Gesellschaft*, **4**: 1-8.

Fenaroli F., 1989. *Camminando sul sentiero 3V*. Ecoedizioni, Brescia: 122 pp.

Gerber J., 2002. Two more northern outposts of the Southern Alpine land snail *Condrina megacheilos* (Cristofori & Jan, 1832) (Gastropoda: Pupilloidea: Chondrinidae). Pp. 33-40, in: Falkner, M., Groh, K. & Speight, M. C. D. (eds.): *Collectanea Malacologica*. Festschrift für Gerhard Falkner.

Gittenberger E., 1973. Beitrage zur Kenntnis der Pupillacea. III. Chondrininae. *Zoologische Verhandelingen*, **127**: 1-267.

Graack W., 1985. Anmerkungen zur *Chondrina bergomensis* (Küster, 1850) (Pulmonata, Chondrinidae). *Basteria*, **49**: 28.

Lazzari G., 1979. Sui danni provocati dagli incendi ai molluschi terrestri. *Bollettino Malacologico*, **15** (11-12): 307-310.

Manganelli G., Bodon M., Favilli L. & Giusti F., 1995. Gastropoda Pulmonata. In: Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (eds.), *Checklist delle specie della fauna italiana*, **16**. Calderini, Bologna, 60 pp.

Nordsieck H., 1962. Die Chondrinen der Sudalpen. *Archiv für Molluskenkunde*, **91**: 1-20.

Nordsieck H., 1970. Die *Chondrina*-Arten der dinarischen Länder. *Archiv für Molluskenkunde*, **100**: 243-261.

Proschwitz T. (von) & Johannesson K., 1996. *Chondrina megacheilos* (Cristofori & Jan) and *Chondrina generosensis* Nordsieck (Pulmonata: Chondrinidae). Morphological and biochemical evidence for their separation as good species. *Heldia*, **2** (3-4): 60-68.

Reisigl H. & Keller R., 1990. *Fiori e ambienti delle Alpi*. Arti Grafiche Saturnia, Trento: 148 pp.

Schileyko A.A., 1998. Treatise on recent terrestrial pulmonate molluscs. Part 1. Achatinellidae, Amastridae, Orculidae, Strobilopsidae, Spelaeodiscidae, Valloniidae, Cochlicopidae, Pupillidae, Chondrinidae, Pyramidulidae. *Ruthenica*, Suppl. **2**: 1-127.

Lavoro ricevuto il 24 aprile 2009
Lavoro accettato il 17 settembre 2009

Boll. Malacol., **45**: 95-98 (2/2009)

Cerithium balletoni n. sp. from Tuamotu Archipelago (French Polynesia) (Gastropoda, Cerithiidae)

Alberto Cecalupo

Via Grancino 6y, 20090 Buccinasco (Milano), Italy, Ricercatore associato, c/o Acquario e Civica Stazione Idrobiologica di Milano, Viale Gadio 2, 20121 Milano, Italy, acecalupo@yahoo.com

Abstract
Cerithium balletoni n. sp. is described based on material collected by divers at Takapoto Atoll (northern Tuamotu Archipelago, French Polynesian), 15-30 m and at Punaauia (Tahiti Island), 50 m. The new species is compared with *Cerithium lissum* Watson, 1880, *C. rehderi* Houbrick, 1992 and *C. torresi* E.A. Smith, 1884, all sharing conical-lanceolate shell profile and strong, prominent, roundish tubercles in the spiral sculpture.

Riassunto
Viene descritto *Cerithium balletoni* n. sp. su materiale raccolto manualmente in immersione nell'atollo di Takapoto (nord Arcipelago Tuamotu, Polinesia Francese), 15-30 m ed a Punaauia (Tahiti), 50 m. La nuova specie è stata confrontata con *Cerithium lissum* Watson, 1880, *C. rehderi* Houbrick, 1992 e *C. torresi* E.A. Smith, 1884, simili per la forma della conchiglia conico-lanceolata e per la scultura spirale con tubercoli robusti, rotondeggianti e prominenti. I principali caratteri distintivi di *C. balletoni* n. sp. sono: la scultura, dominata da due file di tubercoli robusti, acuti e biancastri, che occupano quasi tutta l'altezza del giro; il canale sifonale corto e poco deviato; la colorazione, composta da sottilissime linee sagittate di colore marrone su tutta la teleoconca.

Key words
Gastropoda, Cerithiidae, *Cerithium*, new species, French Polynesia.

Introduction

In November 2007 Michel Balleton, a skilled Polynesian diver living at Tahiti, collected some cerithiid specimens (fresh, empty shells) during a diving at the Takapoto Atoll (northern Tuamotu Archipelago, French Polynesia) on the external side of the coralline barrier, among and below the blocks of death corals, between 15 and 30 m.
Later on, during a diving at Punaauia (Tahiti Island) other fresh, empty shells were collected at a depth of about 50 m, in a similar biotope.
Because of the impossibility of determining these shells at species level, Mr. Balleton, who is preparing with some other Polynesian specialists an important contribution to the malacofauna of the Tuamotu Archipelago, were going to list this species as *Cerithium* sp. Mr. Balleton and collaborators, aware of my interest for cerithiids, asked for my help for the specific determination. After an extensive check, I decided to describe this material as a new species.

Systematics

Superfamily Cerithiodea Férussac, 1819
Family Cerithiidae Férussac, 1822
Genus *Cerithium* Bruguière, 1792
[type species *C. adansonii* Bruguière, 1792]

Cerithium balletoni **n. sp.**
(Fig. 1A-M)

Type material

Holotype (H 19.9 mm, D 6.9 mm), Takapoto Atoll, Tuamotu Archipelago, French Polynesia, 15-30 m (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, MNHN n° 22385). Paratype A, H 24.7 mm, D 8.8 mm, Takapoto Atoll (Balleton coll.). Paratype B, H 21.0 mm, D 7.6 mm, Takapoto Atoll (Cecalupo coll.). Paratype C, H 21.1 mm, D 7.2 mm, Takapoto Atoll (Florida Museum of Natural History, Gainesville, UF 428202). Paratype D, H 20.8 mm, D 6.2 mm, Takapoto Atoll (Acquario Civico Milano, ACQMI P822514). Paratype E, H 27.5 mm, D 9.2 mm, Takapoto Atoll (Gourguet coll.). Paratype F, H 22.4 mm, D 8.8 mm, Takapoto Atoll (Letourneux coll.). Paratype G, H 20.8 mm, D 7.5 mm, Punaauia, Tahiti Island 50 m (Letourneux coll.).

Type locality

Takapoto Atoll (northern Tuamotu Archipelago, French Polynesia), 15-30 m depth [14° 34' 57,20" S, 145° 09" 47,57" W].

Other material

Two empty shells from Punaauia (Tahiti Island), 50 m [17° 38' 05,21" S, 149° 37' 08,74" W].

Distribution

The new species is only known from Takapoto Atoll



Fig. 1. *Cerithium balletoni* n. sp. **A-C.** Holotype, H 19.9 mm, D 6.9 mm Takapoto Atoll (MNHN 22385). **D, E.** Paratype A, H 24.7 mm, D 8.8 mm, Takapoto Atoll (Balleton coll.). **F, G.** Paratype B, H 21.0 mm, D 7.6 mm, Takapoto Atoll (Cecalupo coll.). **H.** Paratype C, H 21.1 mm, D 7.2 mm, Takapoto Atoll (Florida Museum of Natural History Gainesville, UF 428202). **I.** Paratype D, H 20.8 mm, D 6.2 mm, Takapoto Atoll (Acquario Civico Milano, ACQMI P822514). **J.** Paratype E, H 27.5 mm, D, 9.2 mm, Takapoto Atoll (Gourguet coll.). **K, L.** Paratype F, H 22.4 mm, D 8.8 mm, Takapoto Atoll (Letourneux coll.). **M.** Paratype G, H 20.8 mm, D 7,5 mm, Punaauia (Tahiti Island), 50 m (Letourneux coll.).

Fig. 1. *Cerithium balletoni* n. sp. **A-C.** Olotipo, H 19,9 mm, D 6,9 mm Atollo Takapoto (MNHN 22385). **D, E.** Paratipo A, H 24,7 mm, D 8,8 mm, Atollo Takapoto (coll. Balleton). **F, G.** Paratipo B, H 21,0 mm, D 7,6 mm, Atollo Takapoto (coll. Cecalupo). **H.** Paratipo C, H 21,1 mm, D 7,2 mm, Atollo Takapoto (Florida Museum of Natural History Gainesville, UF 428202). **I.** Paratipo D, H 20,8 mm, D 6,2 mm, Atollo Takapoto (Acquario Civico Milano, ACQMI P822514). **J.** Paratipo E, H 27,5 mm, D, 9,2 mm, Atollo Takapoto (coll. Gourguet). **K, L.** Paratipo F, H 22,4 mm, D 8,8 mm, Atollo Takapoto (coll. Letourneux). **M.** Paratype G, H 20,8 mm, D 7,5 mm, Punaauia (Tahiti) (coll. Letourneux).

(French Polynesia) and Punaauia (Tahiti Island), at 15-50 m.

Etymology

As requested by the co-Authors of Mr. Balleton in their malacological book, the specific name is a tribute to Michel Balleton, living at Tahiti, who collected the specimens used to describe the new species.

Description

Shell small, solid, turriculated, conic-lanceolate, apical angle 26°-27°, not remarkably variable in shape and sculpture. Protoconch and initial teleoconch whorls unknown. Teleoconch consisting of 11-12 whorls, slightly convex, with two spirals cords bearing 10-11 tubercles on each whorl. Tubercles are large, prominent, whitish, regularly spaced, producing a poorly defined pattern of prosocline axial rows. Shell surface with very fine spiral striae, crossed by equally fine opistocline axial striae, both seen under high magnification. Suture very shallow, clearly visible on the last whorl only; a narrow subsutural cord is present. Aperture oval elongated, about 33% of shell height, whitish inside. Outer lip expanded, thickened by a labial varix. Columella concave with a moderately thick parietal callus, without teeth or fold; posterior sinus open, moderately deep, thickened by a callus slightly expanding inside aperture and set off by a parietal columellar plait. Siphonal canal slightly deviated, relatively long, with a deep duct. Shell colour pattern dominated by the whitish tubercles and fine, sagittate, reddish-brown axial lines, on waxy white background. Interspaces of the adapical row of tubercles whitish; in the second row only tubercles are whitish while interspaces have the brown lines. Operculum and soft parts unknown.

Discussion

A rich bibliography on the mollusca of the Polynesian area and the Tuamotu Archipelago is available, but only few Authors have studied the family Cerithiidae in details (Salvat, 1967; Richard, 1982). The bibliographic research was then extended to works dealing with the Indo-Pacific area in general (Gould, 1849; Philippi, 1849; Sowerby, 1855, 1865; Pease, 1861, 1869; Watson, 1880; Pilsbry & Vanatta, 1905; Kay, 1979; Rehder, 1980; Houbrick, 1992; Moretzsohn & Kay, 1995; Coles et al., 2002).

The new species was found to be similar to *Cerithium lissum* Watson, 1880, *C. rehderi* Houbrick, 1992 and *C. torresi* E.A. Smith, 1884, all sharing a conic-lanceolate shell profile and a sculpture consisting of strong, prominent, roundish tubercles.

Cerithium lissum Watson, 1880 was described on material from Levuaka (Fiji Islands), but reported also from Philippines, Maldive Is., Chagos Is., Comores Is. and La Réunion Is. (Houbrick, 1992: p. 110). *Cerithium balletoni* differs from *C. lissum* by having not angulated whorls, much stronger tubercles, less deep suture, rare varices (not always present), a shorter siphonal canal and different colour pattern (*C. lissum* is clear beige).

Cerithium *rehderi* is endemic to Tahuata Island (Marchesi Archipelago). It has a fusiform teleoconch, with a weak varix on each whorl. The spiral sculpture consists of two main beaded cords only on the anterior portion of the whorls. The siphonal canal is reflected dorsally and slightly to left of shell axis, and the shell is tan brown or dark beige. The new species has a conic-lanceolate profile without varices, the sculpture is dominated by two rows of strong tubercles which occupy almost all the whorl height, the siphonal canal is only slightly deviated and the shell colour is waxy white with dark brown lines.

Cerithium torresi E.A. Smith, 1884, distributed in the Indo-West-Pacific from Australia to Solomon Islands, has a very solid shell, moderately elongated, quite variable in shape, with 13-14 convex whorls and impressed suture. The main difference from the new species is in the sculpture, consisting of three (instead of two) rows formed by 6-8 well developed, pearl-shaped tubercles. Varices are occasionally present. The columella is concave, with a well developed callus; the aperture is ovate, with a thick outer lip and well definied labial teeth. The siphonal canal is moderately elongate and slightly deviated.

Acknowledgements

I wish to tank the Tahitian friends Jean Letourneux for the useful suggestions, Philippe Bacchet, Robert Gourguettes and Michel Balleton which allowed me to study and describe the new species; Rafael La Perna and Pasquale Micali for the kind assistance during the preparation of this work.

References

Coles S.L., Defelice R.C. & G. Eldregge, 2002. Nonindigenous Marine Species at Waikiki and Hawai I Kai, o Ahu, Hawaii. *Bishop Museum Tecnical Report*, Honolulu **25** 1:255.

Delesalle B., J. Bell, F. Bourrouilh-Le Jan, J. de Vaugelas, C. Gabrie, R. Galzin, M. Hermelin, L. Montaggioni, M. Monteforte, O. Odinetz, C. Payri, M. Pichon, J. P. Renon, M. Ricard, G. Richard, B. Salvat, 1985. Environmental survey of Mataiva Atoll, Tuamotu Archipelago French Polinesia. Issued By The Smithsonian Istitutions, Washington D.C., U.S.A., *Atoll Research Bulletin*, **286**: 1-34.

Philippi R.A., 1849. *Cerithium*, in *Abbildungen und Beschreibungen neuer oder wenig gekannter Conchylien herausgegeben von Dr. R.A. Philippi*, Cassel, **3**: 13-20.

Gould A.A., 1849. Shells Briught Home by the U.S. Exploring Expedition. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, **3**: 106-144.

Houbrick R.S., 1992. Monograph of the Genus *Cerithium* Bruguière in the Indo-Pacific (Cerithiidae: Prosobranchia). *Smithsonian Contributions to Zoology*, **510**:i-iv+211 pp.

Kay E.A., 1979. *Hawaiian marine Shells.* Reef and shore fauna

of Hawaii, Section 4: Mollusca. Bernice P. Bishop Museum, Spec. Pubbl., Honolulu, Hawaii, 654 pp.

Moretzsohn F. & Kay E.A., 1995. Hawaiian Marine Molluscs - an update to Kay, 1979. *University of Hawaii at Manoa Honolulu*, Hawaii, pp. 1-28.

Pease W.L., 1861. Descriptions of Forty-seven New Species of Shells, from the Sandwich Islands, in the Collection of Hugh Cuming, Esq. *Proceedings of the Zoological Society of London*, [1860], 1861: 431-438.

Pease W.L., 1869. Descriptions of New Species of Marine Gasteropodae Inhabiting Polynesia. *American Journal of Conchology*, **5**: 64-79.

Richard G., 1982. *Mollusques lagunaires et récifaux de Polynésie Française: inventaire faunistique, bionomie, bilan quantitatif, croissance, production*. Thèse, Doctorat en Sciences, Université Pierre & Marie Curie, France, 153 pp.

Salvat B., 1967. *Cerithium (Pseudovertagus) clava* (Gmelin, 1791) (= *Clava maculata* Martyn, 1784), taxonomie et distribution géographique. *Journal de Conchyliologie*, **106 (4)**: 130-137.

Sowerby G.B., 1855. Monograph of the Genus *Cerithium* Adanson, in *Thesaurus Conchyliorum, Or Monographs of Genera of Shells*, London, **2** (16): 847-899, pls. 176-186 [pl. 12 published as a supplement in 1866.

Sowerby G.B., 1865. Monograph of the Genus *Cerithium*, in L.A. Reeve (ed.), *Conchologia Iconica: Or Illustrations of Molluscous Animal*, 15 (atlas), 20 unpaginated plates + index. London.

Watson R.B., 1880. Mollusca of H.M.S. "Challenger" Expedition, Part. 5. *Journal of the Linnaean Society of London*, **15**: 87-126.

Pilsbry H.A. & Vanatta E.G., 1905. On two Hawaiian Cerithiidae. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia*, **57**: 576.

Rehder H.A., 1980. The Marine Mollusks of Easter Island (Isla de Pasqua) and Sala y Gomez. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **289**: iv+167 pp.

Lavoro ricevuto 2 aprile 2009
Lavoro accettato 5 ottobre 2009

Boll. Malacol., **45**: 99-104 (2/2009)

La metafora dell'ostrica e la condizione umana

Erminio Caprotti

Via dei Colli 1, 22070
Guanzate (CO), Italia

Riassunto
Si richiama l'attenzione sul fatto che un banalissimo mollusco quale l'*Ostrea edulis* linneana sia divenuta nel mondo antico una metafora del rapporto anima-corpo. Tutto inizia con un famoso luogo del Fedro platonico, in cui la condizione dell'uomo è paragonata ad un'ostrica (l'anima), racchiusa, imprigionata nel suo guscio (il corpo). Questa metafora la si ritrova, pur con sfaccettature e interpretazioni talora diverse, sia presso gli Stoici, che presso il pensiero gnostico, sia presso i Neo-platonici che nel pensiero cristiano dei primi secoli. Lo scopo del presente lavoro è quello di illustrare l'evoluzione e la storia letteraria di questa metafora, che prende lo spunto da un mollusco.

Abstract
This paper explains how a commonplace mollusc, such as the Linnean *Ostrea edulis*, became a metaphor of the human condition, as far as connection between body and soul is concerned. The metaphor started with Plato's Phaedrus, where the human condition is compared with the mollusc (soul), caged into its shell (body). Aim of the present paper is the literary history of this famous metaphor involving a mollusc, with examples from Stoics, Neo-platonics and early Christians.

Parole chiave
Storia della malacologia, metafore animali nella filosofia antica, storia del pensiero.

Alla memoria di Fernando Ghisotti,
col quale mi sono simpaticamente intrattenuto
più volte su questo tema.

Introduzione

Non solo in Francia, dove è antico costume cibarsi di ostriche, ma anche nell'Italia d'oggi, se si parla a qualcuno di ostriche questi associa questo animale all'immagine dello Chablis o di un buon Champagne. Pochi invece sanno come l'ostrica fu metafora ed emblema di quello che per oltre un millennio rimarrà uno dei capisaldi del pensiero occidentale: il rapporto e l'unione di anima e corpo. In miei precedenti lavori scrissi delle simbologie delle conchiglie nelle varie religioni (Caprotti, 1979, 1981), ma non affrontai la tematica qui presentata. Neppure ne fa cenno Eliade (1952) nel capitolo *Remarques sur le symbolisme des coquillages*, che si limita a parlare del simbolismo religioso della sola perla, senza accennare al tema qui trattato.
Ovviamente, si segnala la presenza del tema dell'ostrica passando in rassegna i vari autori, tra i tanti, che hanno utilizzato questa metafora, senza intervenire nella varie diatribe filosofiche fra scuole ed autori.

L'ostrica e la condizione umana

A scegliere l'ostrica come perfetto emblema di anima e corpo fu Platone, che per primo introduce questa similitudine nel *Fedro* (250c), dialogo che si ritiene scritto fra il 390 ed il 380 a.C. Parlando della iniziazione alla bellezza, Platone scrive: "Ma la bellezza brillava allora intera ai nostri occhi, quando insieme col coro dei beati, seguendo noi Zeus, altri un altro Iddio, godevamo d'una vista e d'uno spettacolo beatificante, e c'iniziavamo alla più beata, è ben lecito dirlo, delle iniziazioni che celebravamo, allorché perfetti e immuni dei mali che ci attendevano nell'avvenire, iniziati ai più profondi misteri, godevamo di quelle visioni perfette, semplici, calme, felici, in una luce pura, puri noi stessi e non sepolti in questa tomba, che chiamiamo corpo e che trasciniamo con noi, imprigionati in esso, come ostriche nel proprio guscio". Si noti che nelle ultime righe ci si richiama al fatto che le nostre anime siano "sepolte in questa tomba, che chiamiamo corpo".
Questo concetto del corpo come "prigione dell'anima" si accompagnerà spesso a quello della conchiglia, per tutto il corso della filosofia occidentale, fino all'età moderna, anche in modo assai più variato che non con la metafora dell'ostrica chiusa nel suo guscio che, se vogliamo, ne può rappresentare una varietà. Alla stessa famiglia simbolica appartiene il passo del *Fedone* platonico (62b) dove si afferma, parlando del suicidio: "E in effetti, Socrate riprese, ciò può sembrare a prima vista assurdo: eppure non è senza un fondamento di ragione. Quella massima che a questo riguardo s'ode in certi misteri che noi uomini siamo qui come in una prigione, e non ci sia perciò lecito di liberarcene da noi stessi e tanto meno scapparcene...". Perciò l'anima prigioniera del corpo, il corpo carcere dell'anima, l'anima prigioniera

del corpo come l'ostrica nella sua conchiglia, sono tutte facce di un'unica problematica: quella della condizione umana, dove l'anima immortale è schiava di un corpo mortale. Questi concetti li troviamo sviluppati e citati in tutto il pensiero antico, sia quello pagano, con i suoi pro ed i suoi contro, sia in quella cristiano totalmente favorevole. Perciò nella problematica della dualità platonica di anima e corpo, questa associazione all'ostrica, rivela sia l'indissolubile legame terreno (e temporaneo) di ogni anima al suo corpo, sia il carattere del corpo quale carcere dell'anima.

Il tema viene ripreso da Epitteto (Ierapoli di Frigia, circa 50-125/130 d.C.) che è, con Seneca, uno dei grandi del pensiero stoico. Ben noto è il suo *Manuale* (*Enchiridion*) per la meravigliosa volgarizzazione fattane dal Leopardi, ma Epitteto è pure noto per le sue *Dissertazioni*. È in una di queste (I, 20, 7) che troviamo il richiamo all'ostrica, in una confutazione del pensiero di Epicuro: "*Domande: «Qu'est-ce donc que Dieu, et qu'est-ce qu'une représentation? Qu'est la nature, la nature dans l'individu et la nature dans l'univers?». Voilà qui est déjà long. Mais survienne maintenant Epicure qui nous dise: «C'est dans la chair qu'il faut chercher son bien», de nouveau l'explication s'allonge et il est nécessaire d'apprendre quelle est en nous la partie principale, ce qu'il y a en nous de substantiel et d'essentiel. Puisqu'il n'est pas vraisemblable que le bien de l'escargot réside dans sa coquille, sera-ce vraisemblable pour l'homme?*". Riappare il tema dell'anima (bene) che non può risiedere nella corporeità della materia. Epitteto, sempre in polemica con Epicuro, cerca di svelarne le contraddizioni (*Dissertazioni*, I, 23, 1): "*Epicure comprend aussi bien que nous que, par nature, nous sommes des êtres sociaux, mais dès lors qu'il a placé notre bien dans la coquille charnelle, il ne peut plus parler autrement*". L'influenza di Epitteto fu enorme. Una sua sentenza, celeberrima, che riprende la nostra tematica, viene riportata da Marco Aurelio Antonino (*Colloqui con se stesso*, IV, 41): "Tu sei una fragile anima, che regge e trasporta un morto. Così diceva Epitteto".

Vediamo ora il neoplatonico Plutarco (Cheronea, 46 d.C.-120 d.C.), noto soprattutto per le *Vite di Uomini Illustri*, ma autore anche di altre opere raccolte poi in un corpus assai vasto di *Moralia*, dei quali ricordiamo *De sollertia animalium* (sulle facoltà intellettive degli animali), *Sulla E di Delfi* (concernente problematiche del famoso santuario di cui era anche sacerdote), ecc. Il richiamo al nostro tema lo troviamo nel *De Exilio* (17, 670d) nel quale, dopo una lunga citazione da Empedocle (*Frammenti*, B 115), Plutarco scrive: "Poiché non il sangue dice egli [Empedocle], né lo spirito vitale congelato, o uomini, vi diede la sostanza dell'anima e il principio della vita; anzi di queste fu composto il corpo terrestre e mortale; ma la generazione dell'anima, che quaggiù in questo basso mondo scende d'altronde, con graziosissimo nome trasformò in pellegrinazione; perché in verità patisce esilio, ed erra l'anima nostra sbandeggiata dalle leggi e decreti divini, e così quasi in isola da molto mare combattuta (come dice Platone) in guisa di ostrica, appiccata al corpo, non si ricorda, né riduce a memoria di quale onore, e di quante grandi ricchezze privata lasci la città di Sardis per Atene, non l'isola di Corinto, Lemno e Scio, ma l'abitazione del cielo e della luna, per vivere in terra...." (trad. Adriani).

Anche negli scritti ermetici, pur non citando espressamente l'ostrica, appare questo assillo sulle sorti dell'anima. Nel Trattato VII, 1 del *Corpus Hermeticum* si legge: "*Car le mal de l'ignorance inonde toute la terre, il corrompt l'âme emprisonnée dans le corps, sans lui permettre de jeter l'encre aux portes du salut ... Mais d'abord, il te faut déchirer de part en part la tunique qui te revêt, le tissu de l'ignorance, la geôle ténébreuse, la mort vivante, le cadavre sensible, le tombeau que tu emportes partout avec toi, le voleur qui habite en ta maison*" (Nock & Festugiere, 1980). Qui è la tunica al posto della conchiglia dell'ostrica!

Questi concetti li ritroviamo ampiamente sviluppati anche nel tardo neoplatonismo. Il suo massimo esponente, Plotino (Licopoli Magna, 203-325/330 d.C.), nel suo capolavoro (*Enneadi*, IV, 8) scrive: "*Mais toujours il* [Platone] *garde la mépris du sensible et reproche a l'âme son union avec le corps; il dit qu'elle est dans une prison, et que, dans les mystères, on prononce une grande parole, en disant que l'âme est en prison*". Ed ancora in *Enneadi* (11, 9), dopo aver detto che l'unione della nostra anima col corpo non è la cosa migliore per l'anima, e che occorre osservare le innumerevoli differenze di come l'anima universale governi il corpo, afferma: "Oltre tutte le mille differenze enumerate altrove dobbiamo anche pensare che siamo incatenati al corpo, che è già diventato legame": una velata allusione alla nostra ostrica incarcerata nella sua conchiglia. È evidente che anche Plotino si rifà a Platone e in questo caso a quel luogo del *Fedone*, dove abbiamo un'analoga immagine dell'anima incatenata a un corpo ed incollata a lui (82e).

Questi concetti sono ripresi da Porfirio di Tiro (Tiro, 233 d.C-Roma, 303/304 d.C. ?) è uno degli ultimi grandi filosofi pagani. La sua grande importanza sta nell'aver curato l'edizione delle *Enneadi* del maestro Plotino, ma importante, fra le molte sue opere pervenuteci, è l'*Isagoge alle categorie di Aristotele* che, nella traduzione latina di Boezio, darà l'avvio alle plurisecolare diatriba sul problema degli Universali. Di lui anche il famoso *De antro nimpharum*, interpretazione allegorica e in chiave neoplatonica di un brano dell'Odissea, e la commovente *Lettera a Marcella* perfusa di umanesimo, ed infine il suo capolavoro, il *De abstinentia*. Scrive Porfirio nel *De abstinentia* (I, 38) (**Fig. 1**): "[il filosofo] è in effetti persuaso che la sensazione è un chiodo che fissa l'anima al corpo e che, grazie alla ferita stessa causata dalla passione che gli corrisponde, incolla l'anima e l'inchioda al godimento corporale". L'ostrica invece appare in una delle sue *Saenteutiae*, la Sentenza 29, di difficilissima lettura anche per gli specialisti. Qui si tratta in particolare del problema, molto discusso in quei tempi, della discesa delle anime dall'empireo alla corporeità. Porfirio sostiene che esse, a partire dalle supreme sfere astrali, si uniscano ad uno *pneuma*, soffio, che, ad esse accompagnandosi, penetrano in un corpo definito dal rango e dai luoghi che le sono proprie. L'anima dapprima è connaturale a un corpo solare, poi lunare, infine cade unendosi a un corpo nell'elemento umido, contrariamente a quanto aveva

affermato Platone. Ecco il testo, tratto dalla recentissima edizione francese: "*De même donc qu'enveloppée de l'huître terreuse, l'âme doit avoir nécessairement ses attaches sur terre, de même aussi, quand elle traine un souffle humide, lui est-il nécessaire d'être enveloppée d'un reflet; or elle traine de l'humide quand sans désemparer elle s'applique à avoir commerce avec la nature dont l'oeuvre s'accomplit dans l'humide, et surtout l'oeuvre souterraine*". Nel commento a questo paragrafo della Sentenza si legge chiaramente: "*L'huître attachée à sa coquille, symbole classique, à partir de Platon, de l'âme liée au corps; l'huître est terreuse, en deça duquel Platon ne fait pas descendre l'âme; Porphyre, quant à lui, la fait s'immerger, alourdie par son pneuma, dans l'élément humide, tenu, au rebours de l'étagement classique des éléments, pour inférieur au terrestre*".
Alla visione di Porfirio si associa il neoplatonico Giamblico (metà del II secolo-terzo decennio del IV secolo d.C.). Nella sua opera più nota, *I misteri egiziani*, parlando dei demoni malvagi che ci affliggono dice (p. 171): "Se poi a quest'opera, anche con l'eventuale concorso dell'anima singola, concorrono anche alcune facoltà dell'anima particolare, o che essa sia ancora contenuta nel corpo, o che abbia lasciato già il corpo terreno in cui è racchiusa come in un'ostrica e vada errando quaggiù per i luoghi del divenire in un pneuma torbido e umido, anche questa opinione sarebbe vera, ma è molto lontana dalla causa delle nature superiori" (trad. Sodano).
Con l'avvento del Cristianesimo, la verità non è più frutto di ricerca, ma di una Rivelazione. Si avvertiva, però, la necessità di una filosofia cristiana la quale "si è assunta il compito dl portare l'uomo alla comprensione della verità rivelata da Cristo, in modo che egli possa veramente realizzare in sé il significato autentico. Gli strumenti indispensabili per questo compito, la filosofia cristiana li trovò già pronti nella filosofia greca. Le dottrine dell'ultimo periodo, prevalentemente religioso, della speculazione ellenica si prestavano ad esprimere in modo accessibile all'uomo il significato della rivelazione cristiana, e a tale scopo furono infatti utilizzate nella maniera più ampia" (Abbagnano, 1946).
Il tema dell'ostrica lo troviamo utilizzato presso molti autori cristiani, tra i quali Eusebio di Cesarea, vescovo (vissuto fra il III ed il IV secolo d.C.) e Gregorio di Nissa (Cesarea di Cappadocia, circa 335 d.C.-Nissa 394 d.C.). Nell'opera di Eusebio *Demonstratio evangelica* (p. 552), si legge: "In questo modo, appunto, egli agiva, completamente sciolto dalle nostre necessità fisiche, senza avere né di più né di meno rispetto alla sua stessa divinità, e senza essere incatenato, così com'è incatenata l'anima umana al corpo". Gregorio di Nissa nel *De Beatitudinibus*, parlando dell'anima, scrive: "[l'anima] nel modo delle testuggini e delle ostriche, come testaceo vincolato in qualche modo al tegumento, è impedita e trattenuta a ogni movimento, e certamente assieme a questo tegumento trascina tutto il peso della vita".
La nostra tematica è stata presa in considerazione anche da due grandi "dottori della Chiesa": Sant'Ambrogio e Sant'Agostino. Ambrogio (Treviri, circa 340 d.C.-Milano, 397 d.C.) vi accenna parafrasando un passo di Macrobio in *In somniis Scipionis* (I, 10, 5), dove si dichiara che la

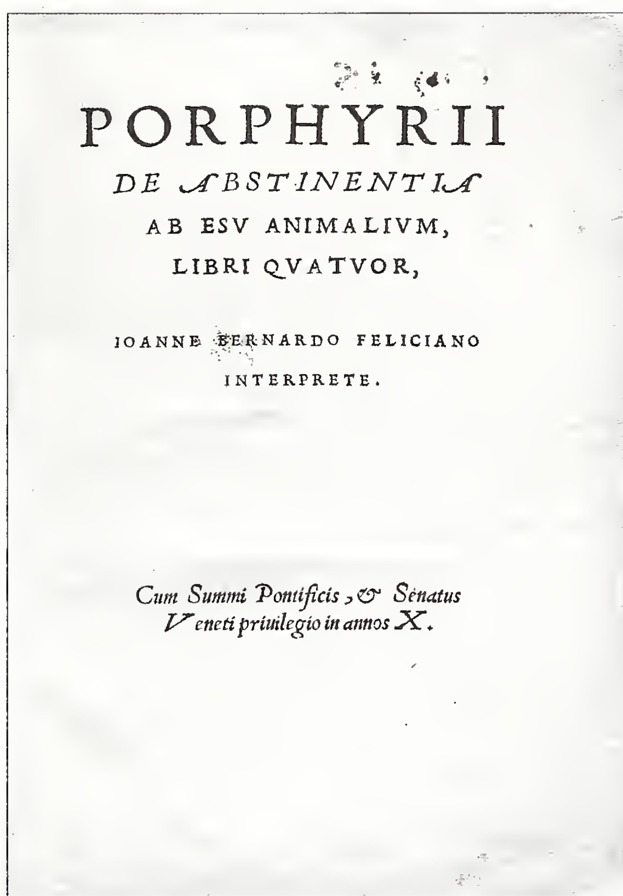

PORPHYRII
DE ABSTINENTIA
AB ESV ANIMALIVM,
LIBRI QVATVOR,
IOANNE BERNARDO FELICIANO
INTERPRETE.
Cum Summi Pontificis, & Senatus
Veneti priuilegio in annos X.

Fig. 1. Porfirio di Tiro, *De Abstinentia*: frontespizio della prima edizione latina (1574), tradotta da Ioanne Bernardo Feliciano.

Fig. 1. Porphyry of Tyre, *De Abstinentia*: frontispiece of the first Latin edition (1574), translated by Ioanne Bernardo Feliciano.

vera vita, lungi dall'essere la nostra vita quaggiù, consiste per l'anima a volare fuori dalla prigione del corpo: "*et quodam carcere isto fuerit absoluta corporeo, in illum superiorem revolans locum*". Più in particolare leggiamo in *De bono mortis* (X, 44): "*Si anima in manu Dei est, non utique anima nostra sepulchro simiul cum corpore includitur nec busto tenetur, sed quiete pia fungitur*" ("Se l'anima poi è nelle mani di Dio, certamente essa non viene rinchiusa nel sepolcro insieme al corpo, né è tenuta prigioniera nella tomba, ma vive di una pace pia", trad. Portalupi, 1961, p. 80).
Agostino (Tagaste, 354 d.C.-Ippona, 430 d.C.) riprende il nostro tema in *Quaestionem Septemdecim in Matthaeum* (P.L. XXXV, col. 1371, quest. XIII), prendendo lo spunto da Matteo (XIII, 45-46): "Ancora: il regno dei cieli è simile ad un mercante che cerca belle perle; e trovata una perla di gran pregio, va, vende quanto ha e la compra". Questo mercante potrebbe, secondo Agostino, essere interpretato come il mediatore fra Dio e gli uomini, ossia Cristo stesso, oppure come un uomo che conduce una vita edificante secondo i comandamenti. Ma, è Agostino che scrive, "*Il est encore une autre interprétation: cet homme cherche des intelligences droites, et trouve Celui en qui seul sont contenues toutes les intelligences, et dont il est dit: «Au commencement était le Verbe, et le Verbe était avec Dieu, et le Verbe était Dieu (Jean, I, 1)», brillant de tout l'éclat de la vérité, solidement établi sur le fondement de l'éternité, semblable à lui-même en tous points par la splendeur de sa*

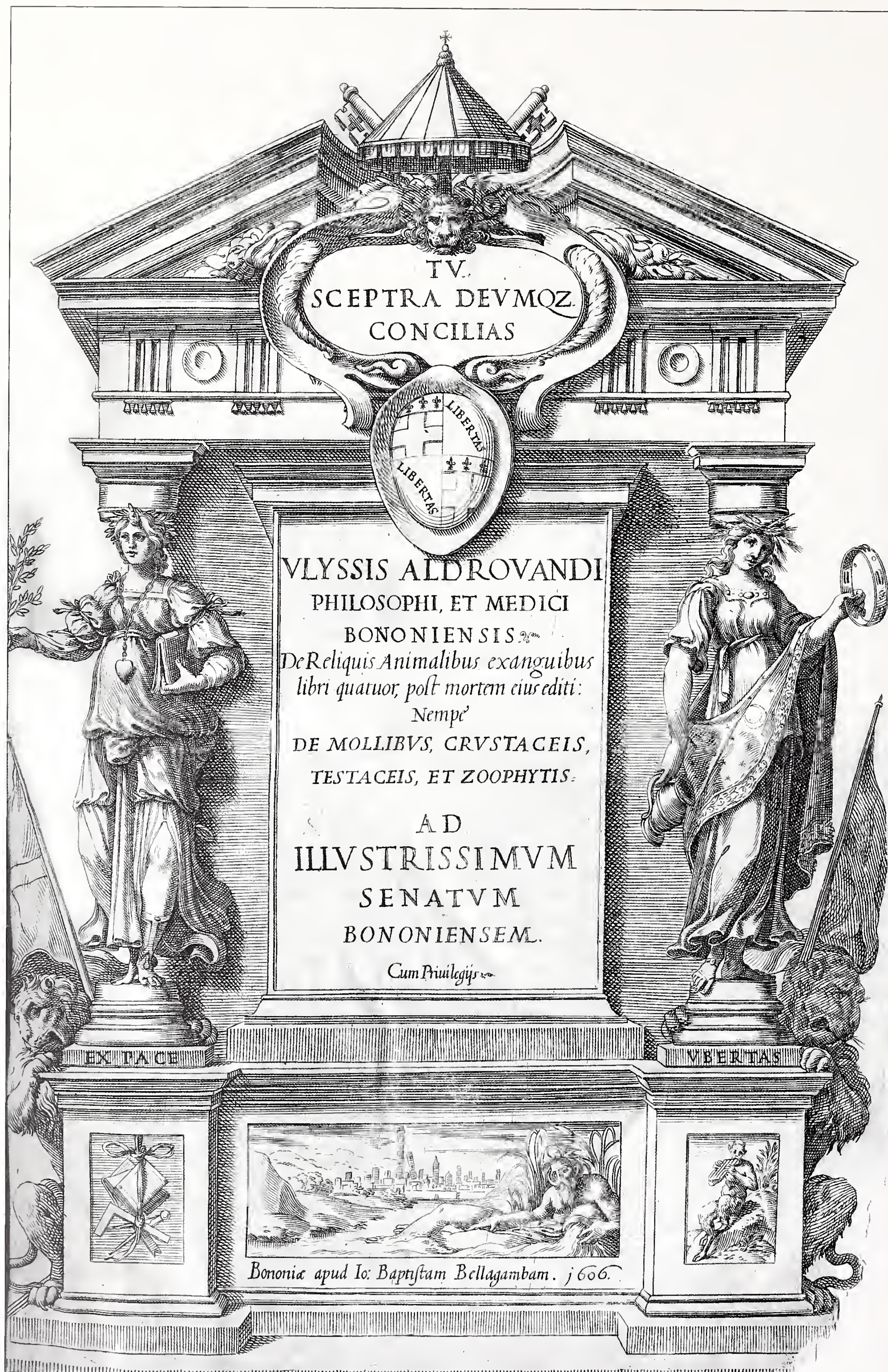


Fig. 2. Ulisse Aldrovandi, *De Reliquis Animalibus exanguibus*: frontespizio della prima edizione (1606, nel colophon 1605).

Fig. 2. Ulisse Aldrovandi, *De Reliquis Animalibus exanguibus*: frontispiece of the first edition (1606, on colophon 1605).

beauté divine, ayant enfin, tout Dieu qu'il est revêtu la chair de l'homme. Car cette perle précieuse était demeurée quelque temps cachée sous l'enveloppe de notre mortalité comme dans une coquille, au milieu des ténèbres de ce siècle, et parmi les duretés du peuple Juif, qui étaient comme autant de rochers. Or, il était déjà parvenu jusqu'à cette perle, celui qui dit: «Et si nous avons connu Jesus-Christ selon la chair, maintenant nous ne le connaissons plus de la sorte (Paul, Cor. II, V, 16)». Il n'y a point d'intelligence vraiment digne d'être considérée comme une perle, que celle qui a secoué tout les langes charnels dont elle était enveloppée, soit par la parole des hommes, soit par les images trompeuses qui l'environnaient, pour se montrer pure, solide et toujours semblable à elle-même" (trad. Pignon, 1867). In Agostino, si ha un traslato della metafora, in quanto l'anima è rappresentata non dalle parti molli, ma dalla perla (*margarita*) e la conchiglia dell'ostrica in un più generico "*concharum obstaculo*".

Tutte queste tematiche, che abbiamo passato in rassegna, si possono dire condensate in alcuni versi del *De consolatione philosophiae* di Boezio (475/480-524 d.C), riferiti alla dualità di anima e corpo (V, metr. 3, v. 8 segg): "*sed mens caecis obruta membris nequit oppressi luminis igne rerum tenues noscere nexus?* (ma la mente, sepolta in cieche membra, non riesce, al riflesso d'un bagliore velato a distinguere gli esili nessi delle cose?)" e poco oltre, con un bellissimo verso iniziale: "*Nunc membrorum condita nube non in totum est oblita sui summamque tenet singula perdens* (Ed ora, racchiusa nella tetra nebbia delle membra, non s'è scordata totalmente di sé, conserva l'idea del tutto, mentre dimentica i particolari)" (trad. Dallera, 1977).

Le tematiche sull'anima si riaccendono nel Rinascimento, specie a seguito della pubblicazione del "*De Immortalitate animae*" (1516) del Pomponazzi, allorquando si comincia a dubitare dell'immortalità dell'anima umana. Ricordo, in proposito quanto Renan (1949) scriveva: "*L'immortalité de l'âme est considérée d'ordinaire comme le point de divergence entre les alexandristes et les averröistes. L'immortalité, en effet, était, vers 1500, le problème autour duquel s'agitait l'esprit philosophique en Italie, et quand les élèves d'une université voulaient apprécier dés la première leçon, les doctrines d'un professeur, ils lui criaient: "Parlez-nous de l'âme!"*

Anche Leonardo, al quale probabilmente sarà sembrata assai risibile la metafora dell'ostrica, scriveva a proposito dell'anima: "Poiché così mal volentieri si parte dal corpo, e ben credo, che 'l suo pianto e dolore non sia senza cagione". In pieno Rinascimento, la nostra metafora è ricordata da uno dei più grandi naturalisti del Rinascimento, Ulisse Aldrovandi, che la cita nel *De Reliquis Animalibus exanguibus* (**Fig. 2**) (III libro, cap. I., rubrica *Hyeroglyphica*, p. 249): "*Hinc divinus Plato humanum genus Ostreorum simili esse dixit: nulla enim potuit similitudine nostre imbecillitatis natura significantium explicare, cum Ostrea inditium esse dixit animi in corpore carcerem & tenebras coniecti: ita enim deus corpori animam adglutinavit, ut necessariam sit hominem corporis affectibus tangi vel invitum*".

Concludendo, osservando un'ostrica non dobbiamo pensare solo al prosaico *edulis* che Linneo le affibbiò, pensando probabilmente al suo "*Usus in cibus*", tematica usata spesso dall'Aldrovandi nella sua opera enciclopedica, né allo studioso che oggi ne considera gli aspetti fisiologici o i caratteri e le strutture più o meno microscopiche del nicchio o delle parti molli, né quanto un neuropsichiatra possa pensare del rapporto anima-corpo, bensì considerare anche come molti, come abbiamo visto, e non tra gli ultimi, vi abbiano invece letto una metafora di altre realtà.

La metafora dell'ostrica non è più oggi d'attualità, ma il problema anima-corpo continua, sotto altri aspetti, a far discutere. Un grande maestro della psicologia, Carl Gustav Jung scrive (1976): "Fino al diciassettesimo secolo la storia della psicologia consiste principalmente nel tratteggiare le dottrine sull'anima, senza che l'anima sia riuscita a imporsi come oggetto dell'indagine. Concepita come un dato immediato, essa sembrava un elemento noto ad ogni pensatore nella misura in cui questi poteva essere convinto che un'esperienza ulteriore, o addirittura oggettiva, fosse del tutto superflua. Questo atteggiamento è completamente estraneo al punto di vista moderno." E poco oltre: "L'ingenua opinione originaria secondo cui l'anima, in quanto dato immediato, è la cosa più nota che ci sia al mondo è ancora troppo profondamente radicata nel nostro convincimento". Di questo convincimento "la sua persistenza mostra unicamente come si profila difficile il trapasso dalla vecchia conoscenza filosofica alla moderna concezione empirica". Anche in un suo lavoro precedente, *Spirito e vita* (1976: p. 35), scrive: "E come la sostanza del corpo, pronta a vivere, abbisogna della psiche per essere vitalmente attiva, così la psiche deve presupporre il corpo vivente per poter vincere le proprie immagini. Psiche e corpo sono una coppia di contrari, e come tale sono l'espressione di un essere la cui natura non è conoscibile né mediante l'apparenza materiale né mediante l'immediata percezione interiore [...] ci viene il dubbio che alla fine tutta questa separazione di psiche e corpo non sia che un procedimento intellettivo intrapreso allo scopo di acquistare coscienza, una distinzione, indispensabile per la conoscenza di un medesimo fatto in due visuali, a cui noi ingiustamente abbiamo attribuito un'esistenza indipendente. La scienza non è riuscita ad afferrare l'enigma della vita né nella sostanza organica né nella misteriosa successione d'immagini della psiche, e perciò noi siamo ancor sempre in cerca dell'essere vivente, di cui dobbiamo postulare l'esistenza al di là della sperimentabilità. Chi conosce gli abissi della fisiologia ne ha le vertigini, e chi sa qualche cosa dell'anima dispera che questo ente speculare possa mai «conoscere», anche solo approssimativamente, qualche cosa".

Ma nonostante la visione che gli psicologi possano avere oggi dell'anima, la problematica filosofica in materia non è venuta meno. Ad esempio Wittegenstein (1968) scriveva: "L'immortalità temporale dell'anima dell'uomo, dunque l'eterno suo sopravvivere anche dopo la morte, non solo non è per nulla garantita, ma, a supporla, non ne consegue affatto ciò che, supponendola, si è sempre perseguito. Forse è sciolto un enigma perciò che io sopravviva in eterno? Non è forse questa vita eterna così enigmatica come la presente ? La risoluzione del-

l'enigma della vita nello spazio e tempo è fuori dello spazio e tempo." Al riguardo, sua è la famosa proposizione "Su ciò, di cui non si può parlare, si deve tacere". Quanto al fatto della ancor viva credenza delle due entità, anima e corpo, pur in un contesto più generale, scrive il Nobel per la medicina, Jacob (1981), probabilmente con amarezza: "*Que la vie et l'homme solent devenus objets de recherche et non plus de révélation, peu l'acceptent*".

Forse la realtà ultima della natura, delle cose e di ciò che abbiamo sotto gli occhi ci sfugge, sfugge a tutti, quale che sia l'angolazione dalla quale la si voglia vedere. E forse siamo come quegli anfibi di un famoso proverbio cinese: "Le rane in fondo al pozzo non vedono che una parte di cielo".

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Prof. Rafael La Perna dell'Università di Bari per la sua cortese e preziosa collaborazione e per la lettura critica del manoscritto. Ringrazio un revisore anonimo per l'attenta lettura del manoscritto.

Bibliografia

Abbagnano N., 1946. Storia della Filosofia, vol. 1. Utet, Torino, 570 pp.

Agostino., 1902. *Quaestionem Septemdecim in Matthaeum. Patrologia Latina*, vol. 85, col. 1371.

Aldrovandi U., 1606. *De Reliquis Animalibus exanguibus libri quatuor, post mortem eius editi: Nempe de Mollibus, Crustaceis, Testaceis, et Zoophytis*. Bologna, G.B. Bellagamba, 593 pp.

Ambrogio (Sant), 1961. *De Bono Mortis*, a cura F. Portalupi. Pubblicazioni della Facoltà di Magistero, Torino, G. Giappicchelli, 96 pp.

Augustin (Saint), 1867. Commentaires sur l'Ecriture, in Raulx M. (ed.), *Oeuvres complètes*, vol. 5, Paris, Bar-Le-Duc, L. Guérin & C., p. 355-356.

Boezio A.M.S., 1977. *La consolazione della filosofia*, a cura di O. Dallera. Rizzoli, Milano, 411 pp.

Caprotti E., 1979. *Simbologie sacre e conchiglie. 1. Le culture primitive e l'Occidente*. Como, New Press, 48 pp.

Caprotti E., 1981. Simbologie sacre e conchiglie. 2. Le culture tradizionali dell'Oriente. *Bollettino Malacologico*: **17** (9- 10): 229-244.

Eliade M., 1952. *Images et symboles. Essai sur le symbolisme magico-religieux*. Paris, Gallimard, 238 pp.

Epictete, 1948. *Entrétiens*, vol. 1, par J. Souilhé. Paris, Les Belles Lettres, 198 pp.

Eusebio di Cesarea, 2000. *Dimostrazione evangelica (Demonstratio evangelica)*, a cura di P. Carrara. Milano, Figlie di S. Paolo, 874 pp.

Giamblico, 1984. *I misteri egiziani*, a cura di A.R. Sodano. Milano, Rusconi, 484 pp.

Gregorio di Nissa, 1863. *De Beatitudinibus. Patrologia Graeca*, vol. 64, col. 1412, Paris, 706 pp.

Jacob E., 1981. *Le jeu des possibles*. Paris, Fayard, p. 126 pp.

Jung G.C., 1976. *Opere* a cura di S. Daniele, vol. 8, *La dinamica dell'inconscio*. Torino, Boringhieri, 606 pp. (Riflessioni teoriche sull'essenza della psiche, 1947-1954, p. 157-252; Spirito e Vita, 1926, p. 343-362).

Leonardo da Vinci, s.d. *Scritti*, con un proemio di L. Beltrami, Milano, IEI, 196 pp.

Marco Aurelio A., 1953. *Colloqui con se stesso*. Milano, Rizzoli, 234 pp.

Nock A.D. & Festugiere A.J., 1980. *Corpus Hermeticum*, vol. 1 (traités I-XII), Paris, Les Belles Lettres, 198 pp.

Plutarco di Cheronea, 1841. *Opuscoli di Plutarco*, a cura di M. Adriani con note di F. Ambrosoli, 2 voll. Napoli, G. Nobile, 1272 pp.

Platone, 1988. *Tutte le opere*. Firenze, Sansoni, 1566 pp.

Plotino, 1947. *Le Enneadi, II, Enneade Seconda*, a cura G. Faggin. Milano, Istituto Editore Italiano, 244 pp.

Plotin, 1964. Ennéades, IV, par E. Brehier. Paris, Les Belles Lettres, 236 pp.

Pomponazzi P., 1516. *De Immortalitate animae*. Bologna, Giustiniano Leonardo di Rubiera, 36 pp.

Porphyre, 1977. *De l'abstinence*, vol. 1, par J. Bouffartigue. Paris, Les Belles Lettres, 106 pp.

Porphyre, 2005. *Sentences*, par L. Brisson. Paris, Vrin, 2 voll., 874 pp.

Renan E., 1949. Averroès et l'averroïsme (1852), in Psichari H. (ed.), *Oeuvres complètes*, vol. 3, Paris, Calmann-Levy, Paris, 1949, 1286 pp.

Wittgenstein L., 1968. *Tractatus logico-philosophicus* e *Quaderni 1914-1916*. Trad. A.C. Conte. Einaudi, Torino, 270 pp. (ed. originale 1921 e seguenti).

Lavoro ricevuto il 18 marzo 2009
Lavoro accettato il 28 settembre 2009

Boll. Malacol., **45**: 105-108 (2/2009)

Una nuova specie di *Pseudoscilla* (Gastropoda, Pyramidellidae) dal Pliocene della Liguria

Maurizio Sosso*, Bruno Dell'Angelo# (✉) & Antonio Bonfitto°

* Via Bengasi 4/4, 16153 Genova, Italia

Via Santelia 55/12A, 16153 Genova, Italia, bruno.dellangelo@chitons.it (✉) Corresponding Author

° Dipartimento di Biologia Evoluzionistica e Sperimentale, Università di Bologna, Via Selmi 3, 40126 Bologna, Italia

Riassunto

Viene descritta la nuova specie *Pseudoscilla bussanensis* sp.nov. rinvenuta nelle argille plioceniche di Bussana Vecchia (Imperia). Il genere *Pseudoscilla* Boettger, 1901 non è attualmente vivente nel Mediterraneo, ma è presente nell'Oceano Atlantico e nell'Oceano Pacifico. La nuova specie presenta alcune somiglianze sia con la specie tipo *P. miocaenica* (Boettger, 1901), che con *Pseudoscilla bilirata* (de Folin, 1870), vivente lungo le coste atlantiche africane dal Marocco all'Angola, ed alle Isole Canarie e Madera. *P. bussanensis* si differenzia da *P. miocaenica* principalmente per le maggiori dimensioni e per il diverso sviluppo della carenatura, e da *P. bilirata* per la parte inferiore dei due cingoli che è liscia, mentre quest'ultima specie presenta una fitta striatura spirale regolare. Questa rappresenta la prima segnalazione di *Pseudoscilla* per il Pliocene italiano.

Abstract

Pseudoscilla bussanensis sp.nov. is described from the Early Pliocene of Liguria (Northern Italy). The material is from the "Argille di Ortovero" (Ortovero Clay) formation, cropping out near Bussana Vecchia (Imperia). The genus *Pseudoscilla* Boettger, 1901 is not present in the Mediterranean, though it occurs in the Atlantic and Pacific Oceans. *Pseudoscilla bussanensis* sp.nov. is similar to *P. miocaenica* (Boettger, 1901), type species of the genus, and to *P. bilirata* (de Folin, 1870), from the Atlantic African coasts (Morocco to Angola, Canary and Madeira Islands). The new species can be distinguished from *P. miocenica* mainly by its larger size and by differences in sculpture. The lower part of the two spiral cords is finely spirally striated in *P. bilirata* and smooth in the new species. This is the first record of *Pseudoscilla* from the Italian Pliocene.

Parole chiave

Gastropoda, Heterostropha, Pyramidellidae, *Pseudoscilla*, nuova specie, Pliocene, Liguria.

Introduzione

Il sottogenere *Pseudoscilla* Boettger, 1901 fu istituito per una specie del Miocene francese, *Oscilla (Pseudoscilla) miocaenica* Boettger, 1901, con l'obiettivo di separare le specie fossili (*Pseudoscilla*), da quelle viventi (*Oscilla* s.s.). In una recente revisione (Peñas, 1999), *Pseudoscilla* è stato elevato a livello di genere, soluzione che rimane in uso anche oggi.
Il genere *Pseudoscilla*, attualmente vivente nell'Oceano Atlantico e nell'Oceano Pacifico, non è presente nel bacino del Mediterraneo e fino ad oggi non era noto neanche nel Plio-Pleistocene italiano. Nel presente lavoro viene descritto il primo ritrovamento del genere per il Pliocene italiano, per il quale viene istituita una nuova specie rinvenuta nel Pliocene della Liguria.

Materiale e metodi

Sei esemplari di *Pseudoscilla* sono stati rinvenuti in un affioramento situato a sud-ovest di Bussana Vecchia (Imperia) (**Fig. 1**), riferibile alla Formazione delle Argille di Ortovero, Pliocene inferiore (Boni & Peloso, 1973; Crovato, 1988).
La sezione da cui sono stati prelevati i campioni, della potenza di circa 50 m, ha la classica morfologia a calanchi presente negli affioramenti argillosi della Liguria Occidentale con sviluppo verticale superiore ai dieci metri (Boni & Peloso, 1973), ed è localizzata a monte di una strada sterrata di accesso a coltivazioni in serra, che ne delimita la base.
Sono usate le seguenti abbreviazioni: BDA = Collezione B. Dell'Angelo (Genova); MS = Collezione M. Sosso (Genova); SS = Collezione S. Schiaparelli (Genova); MNHN = Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris; MZB = Museo di Zoologia dell'Università di Bologna, Bologna; MRSN = Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino; RNSVA = Sala Espositiva del Centro Polifunzionale della Riserva Naturale Speciale della Valle Andona, Valle Botto e Val Grande, Valle Andona, Asti.

Sistematica

Classe Gastropoda Cuvier, 1797
Sottoclasse Heterobranchia Gray J.E., 1840
Ordine Heterostropha Fischer P., 1885
Famiglia Pyramidellidae Gray J.E., 1840
Genere *Pseudoscilla* Boettger, 1901

Pseudoscilla bussanensis sp.nov.
(Fig. 2A-F)



Fig. 1. Ubicazione di Bussana Vecchia (Imperia).

Fig. 1. Location of Bussana Vecchia (Imperia).

Descrizione (olotipo)

Conchiglia di piccole dimensioni, (2,54 mm di altezza e 1,3 mm di diametro), con quattro giri di teleoconca. Protoconca sviluppata per 1,3 giri, a superficie liscia, del diametro di 0,32 mm e inclinata di circa 135° rispetto all'asse della conchiglia. Il primo giro di teleoconca è delimitato da una parte piana che dà origine alla carena superiore, un tratto leggermente concavo ed inclinato, una seconda carena situata in posizione leggermente più bassa della metà della spira, ed un tratto concavo che termina nella sutura. Il secondo giro presenta la stessa struttura del primo, dal terzo giro appare un accenno ad una ulteriore carena che si evidenzia sull'ultimo giro in corrispondenza del seno posteriore dell'apertura. L'apertura è decisamente ovale, con l'asse maggiore subverticale ed mostra una doccia accentuata sul canale sifonale anteriore; non sono presenti pieghe e denti. La base presenta un cordone mediano e una stretta fessura ombelicale delimitata da un callo columellare.
Scultura assiale ortoclina depressa, regolarmente distanziata, che non si osserva sui rilievi delle carene. Non è presente scultura spirale su tutta la teleoconca.

Materiale tipo

Olotipo: MZB 45645 (**Figg. 2A-F**). (H = 2,54 mm , D = 1,3 mm); Paratipi: PMRSN 244 (1 es., H = 2,4 mm, D = 1,2 mm); RNSVA (1 es., H = 1,7 mm, D = 0,85 mm); MS (1 es., H = 2 mm, D = 1,1 mm), BDA (1 es., H = 2,2 mm, D = 1,05 mm), SS (1 es., H = 1,8 mm, D = 0,9 mm.

Località tipo

Bussana Vecchia (Imperia), Pliocene inferiore.

Distribuzione

La specie è nota solo per la località tipo.

Etimologia

Il nome deriva dal toponimo della località tipo.

Osservazioni

Le caratteristiche del genere *Pseudoscilla* sono state discusse esaurientemente in Peñas & Rolán (1999). Boettger (1901) ha proposto l'istituzione del sottogenere *Pseudoscilla* per una specie fossile che presentava piccole pieghe fusiformi sulla superfice della conchiglia, a differenza delle specie viventi, appartenenti ad *Oscilla*, caratterizzate invece da un forte sviluppo delle suddette pieghe.
Sono note alcune specie fossili di *Pseudoscilla* del Miocene europeo, scarsamente segnalate in letteratura, tra le quali *Pseudoscilla miocaenica* (Boettger, 1901), specie tipo

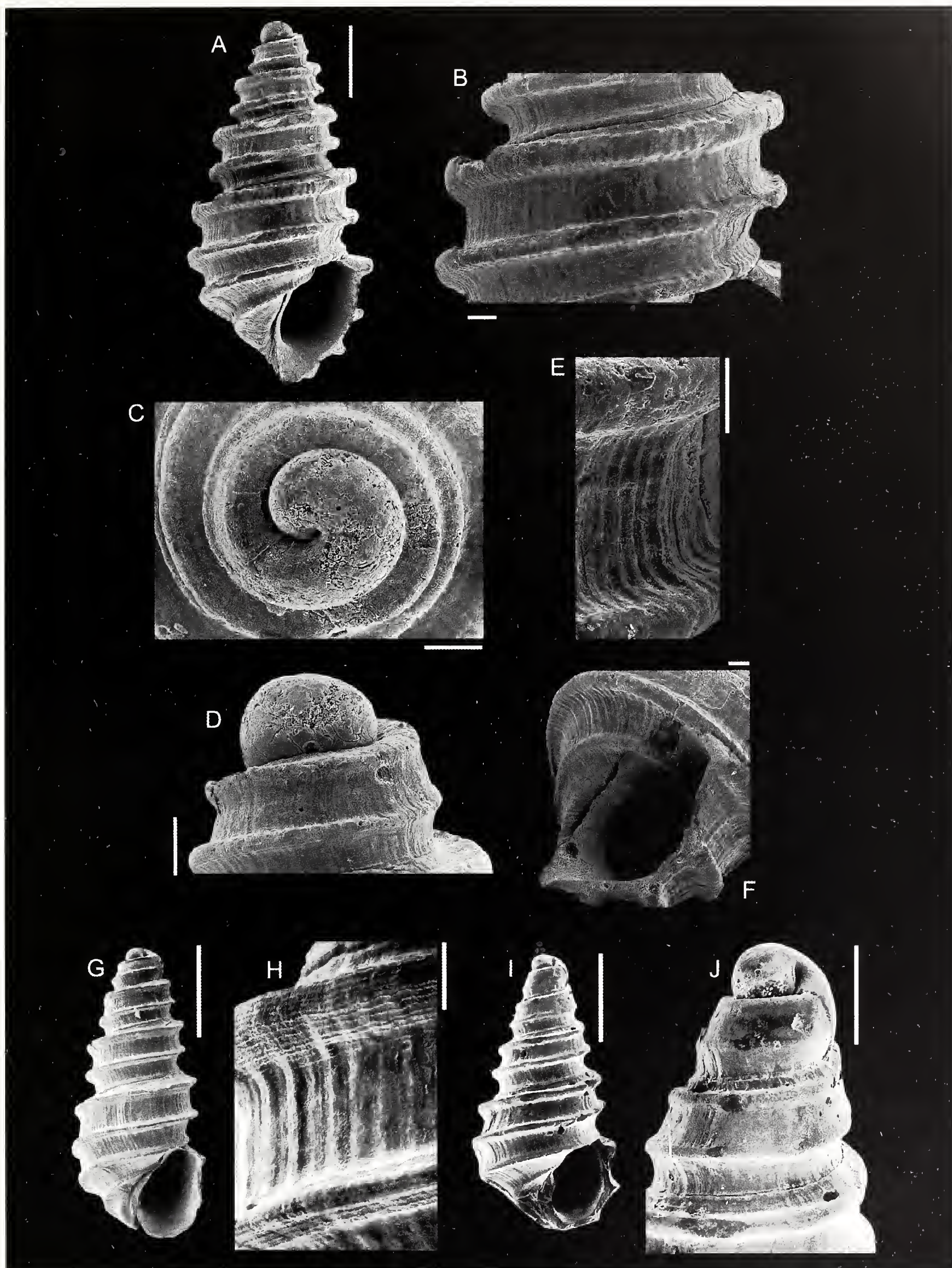


Fig. 2A-F. *Pseudoscilla bussanensis* n. sp., Bussana Vecchia (Imperia), olotipo. **A.** Conchiglia. **B.** Particolare dell'ultimo giro. **C, D.** Protoconca. **E.** Dettaglio delle striature longitudinali. **F.** Apertura. Scale: A. 500 µm, B-F. 100 µm. **G-H.** *Pseudoscilla bilirata* (de Folin, 1870), Dakar, Senegal, neotipo. **G.** Conchiglia (da Peñas & Rolán, 1999: fig. 7). **H.** Dettaglio della spira, in cui sono evidenziate le striature spirali, non presenti in *P. bussanensis* (da Peñas & Rolán, 1999: fig. 9). Scale: G. 500 µm, H. 50 µm. **I-J.** *Pseudoscilla miocaenica* (Boettger, 1901) (MNHN), Ferriére-Larson, Cuenca del Loira, Francia (Miocene Superiore). **I.** Conchiglia (da Peñas & Rolán, 1999: fig. 1). **J.** Protoconca (da Peñas & Rolán, 1999: fig. 2). Scale: I. 500 µm, J. 200 µm.

Fig. 2A-F. *Pseudoscilla bussanensis* n. sp., Bussana Vecchia (Imperia), holotype. **A.** Shell. **B.** Particular of the last whorl. **C, D.** Protoconch. **E.** Detail of the longitudinal striae. **F.** Aperture. Scale bars: A. 500 µm, B-F. 100 µm. **G-H.** *Pseudoscilla bilirata* (de Folin, 1870), Dakar, Senegal, neotype. **G.** Shell (from Peñas & Rolán, 1999: fig. 7). **H.** Detail of the spire, where the spiral striae, not present in *P. bussanensis*, are pointed out (from Peñas & Rolán, 1999: fig. 9). Scale bars: G. 500 µm, H. 50 µm. **I-J.** *Pseudoscilla miocaenica* (Boettger, 1901) (MNHN), Ferriére-Larson, Cuenca del Loira, France (Upper Miocene). **I.** Shell (from Peñas & Rolán, 1999: fig. 1). **J.** Protoconch (from Peñas & Rolán, 1999: fig. 2). Scale bars: I. 500 µm, J. 200 µm.

	P. bussanensis n.sp.	*P. miocaenica*	*P. bilirata*
Altezza	2,5 mm	1,50 mm	1,75-2,52 mm
Protoconca	Inclinata di circa 135° rispetto all'asse della conchiglia. Diametro 0,32 mm.	Inclinata di circa 135° rispetto all'asse della conchiglia.	Inclinata di circa 135° rispetto all'asse della conchiglia. Diametro 0,21-0,25 mm.
Primo e secondo giro di teleoconca	Bicarenato con tratto intermedio fra carena superiore e carena inferiore concavo.	Unicarenato con tratto superiore piano.	Bicarenato con tratto intermedio fra carena superiore e carena inferiore concavo.
Carene	La carena superiore ha costantemente circa lo stesso diametro della carena inferiore. Spessore considerevole.	La carena superiore ha costantemente diametro minore rispetto alla carena inferiore.	La carena superiore ha costantemente circa lo stesso diametro della carena inferiore. Spessore ridotto.
Apertura	Decisamente ovalare con asse maggiore subverticale. Presenza di doccia accentuata sul canale sifonale anteriore.	Subcircolare con asse maggiore verticale. Assenza di doccia sul canale sifonale anteriore.	Decisamente ovalare con asse maggiore subverticale. Doccia meno accentuata sul canale sifonale anteriore.
Scultura assiale	Scultura ortoclina depressa, regolarmente distanziata. La scultura non si osserva sui rilievi delle carene.	Scultura ortoclina depressa abbastanza irregolare.	Scultura a lamelle ortocline ben evidenti, in alcuni casi appiattite, appressate e regolarmente distanziate fra loro. La scultura non visibile sui rilievi delle carene.
Scultura spirale	Sulla parte inferiore delle due carene (Fig. 1E) non si osserva alcuna striatura spirale.	Non rilevabile.	In corrispondenza della parte inferiore delle due carene si osserva una fitta striatura regolare spirale, che non si estende alla parte mediana del giro.

Tab. 1. Caratteristiche principali di *Pseudoscilla bussanensis* n.sp., *P. miocaenica* (Boettger, 1901) e *P. bilirata* (de Folin, 1870).

Tab. 1. Main characters of *Pseudoscilla bussanensis* n.sp., *P. miocaenica* (Boettger, 1901) and *P. bilirata* (de Folin, 1870).

del genere, è quella che presenta alcune somiglianze con la nostra specie. L'olotipo di *P. miocaenica* (Miocene di Costei, Romania) è stato raffigurato da Zilch (1934: tav. 11, figg. 6a, b). Un altro esemplare (Miocene di Ferriére-Larson, Francia) è stato illustrato da Peñas & Rolán (1999: figg. 1, 2) (**Fig. 2I-J**).
Pseudoscilla bussanensis differisce da *P. miocaenica* per le maggiori dimensioni, per il primo giro di teleoconca bicarenato (unicarenato in *P. miocaenica*), per il diverso sviluppo delle carene e dei tratti intermedi delle stesse.
La nuova specie presenta inoltre alcune somiglianze con una delle specie attualmente vivente lungo le coste atlantiche africane dal Marocco all'Angola, ed alle Isole Canarie e Madera (Peñas & Rolán, 1999: figg. 7-31), e precisamente *Pseudoscilla bilirata* (de Folin, 1870) (**Fig. 2G-H**). La nuova specie presenta la parte inferiore dei due cingoli liscia, mentre *P. bilirata*, nella stessa zona, ha una fitta striatura spirale regolare.
Le caratteristiche salienti di *P. bussanensis*, confrontate con *P. miocaenica* e *P. bilirata* sono riportate in **Tab. 1**.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare Anselmo Peñas (Barcelona, Spagna) per l'importante contributo fornito nella discussione della specie descritta ed Emilio Rolán (Museo di Storia Naturale, Santiago de Compostela, Spagna) per l'autorizzazione alla pubblicazione delle foto di *Pseudoscilla miocaenica* e *P. bilirata*.

Bibliografia

Aartsen J.J. van, 1987. European Pyramidellidae: III. *Odostomia* and *Ondina*. *Bollettino Malacologico*, **23**: 1-34.

Boni P. & Peloso G.F., 1973. I lembi pliocenici della Liguria occidentale da Terzorio al confine italo-francese. *Atti dell'Istituto Geologico dell'Università di Pavia*, **23**: 170-201.

Boettger O., 1901. Zur Kenntnis der Fauna der mittelmiocänen Schichten von Kostej im Krassó-Szörényer Komitat. *Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenburgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt*, **51**: 1-200.

Crovato C., 1988. *Molluschi pliocenici di Bussana (Liguria Occidentale) e loro significato paleoecologico*. Università di Napoli, Tesi di Laurea in Paleontologia (inedita), 188 pp.

Peñas A. & Rolán E., 1999. La famiglia Pyramidellidae Gray, 1840 (Mollusca, Gastropoda, Heterostropha) en África Occidental. 6. El género *Pseudoscilla* Boettger, 1901. *Iberus*, **17**: 11-26.

Zilch A., 1934. Zur Fauna des Mittel-Miocäns von Kostej (Banat). *Senckenbergiana*, **16**: 193-302.

Lavoro ricevuto 15 maggio 2009
Lavoro accettato 30 settembre 2009

Boll. Malacol., **45**: 109-113 (2/2009)

First record of *Tectura compressiuscula* (Patellogastropoda, Lottiidae) from the Middle Miocene of Hungary

Vitaliy Anistratenko*, Bruno Dell'Angelo# (✉), Zoltán Vicián° & Olga Anistratenko§

* Department of Invertebrate Zoology, Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine, B. Khmelnitsky Str. 15, UA-01601 Kiev, Ukraine, anistrat@izan.kiev.ua

Via Santelia 55/12A, I-16153 Genova, Italy, bruno.dellangelo@chitons.it (✉) Corresponding Author

° Neptun u. 86. 10/42, H-1158 Budapest, Hungary, kauri72@gmail.com

§ Department of Cenozoic deposits, Institute of Geological Sciences of National Academy of Ukraine, O. Gontchara Str. 55b, UA-01601, Kiev, Ukraine, anistrat@rambler.ru

Riassunto

Viene descritto il ritrovamento di un piccolo patellogastropodo della famiglia Lottiidae, *Tectura compressiuscula* (Eichwald, 1830), nel giacimento miocenico (Badeniano inferiore) di Sámsonháza, Ungheria. Questa specie non è stata precedentemente segnalata per l'Ungheria, e gli esemplari raccolti sono di maggiori dimensioni rispetto a quelle usuali nella sua area di distribuzione (Polonia, Ucraina e Moldavia, Badeniano della Paratetide centrale e Sarmaziano della Paratetide orientale). La morfologia della protoconca e della teleoconca, così come la microstruttura della conchiglia, sono simili a quelle di *Tectura zboroviensis* (Friedberg, 1928) del Badeniano della Paratetide centrale. Questo ritrovamento contribuisce ad estendere le nostre conoscenze sulla dispersione dei piccoli patellogastropodi della famiglia Lottiidae nel bacino della Paratetide durante il Miocene. Viene fornita una dettagliata descrizione ed illustrazione (SEM) della specie.

Abstract

A new minute patellogastropod *Tectura compressiuscula* (Eichwald, 1830) belonging to the family Lottiidae was discovered in Lower Badenian sandy deposits of Hungary (Sámsonháza). The specimens found are unusually large for the species, known from a wide range in the Paratethys. The protoconch and teleoconch morphology, as well as the shell microstructure, are similar to those of *Tectura zboroviensis* (Friedberg, 1928) from the Badenian of Central Paratethys. This finding has implications about the palaeogeographic distribution of small-shelled patellogastropods in the Paratethyan Basin during the Miocene.

Key words

Gastropoda, Patellogastropoda, Lottiidae, *Tectura*, Systematics, Miocene, Hungary.

Introduction

The small-shelled representatives of patellogastropods, though not occurring abundantly, settled various shallow to deeper normal marine and brackish water habitats in the Oligocene and Miocene of the Mediterranean, Paratethys and North Sea Basin. They have been studied by many authors (Eichwald, 1830-1853; Karsten, 1849; von Koenen, 1882; Sinzov, 1892; Friedberg, 1928; Kolesnikov, 1935; Jekelius, 1944; Anderson, 1959; Bałuk, 1975; Janssen, 1984; Harzhauser & Kowalke, 2002; Anistratenko & Anistratenko, 2007), but yet insufficiently.

The protoconch and teleoconch morphology of two patellogastropod specimens from the Lower Badenian (Langhian stage of the standard scale) sandy outcrop at Sámsonháza (Hungary) point to *Tectura compressiuscula* (Eichwald, 1830). This species has a typical patellogastropod protoconch indicative of a planktonic early development, with a free-swimming larval stage. The affinity of these shells with other Miocene *Tectura* is also supported by their similarity in shell structure with *Tectura zboroviensis* (Friedberg, 1928) from the Badenian of Central Paratethys (Anistratenko et al., 2006). Both species appears have not been mentioned in the paleontological literature as being recorded from Hungary (e.g. Csepreghyné Meznerics, 1954; Strausz, 1966; Báldi, 1986).

Although the exact taxonomic attribution of the patellogastropods here investigated requires confirmation, we assign them provisionally to the family Lottiidae Gray, 1840, as herein discussed.

Material and methods

The present work is based on two specimens, found in 2008, from the Lower Badenian locality at Buda Hill, "Mogyorópuszta", Hungary (**Fig. 1**), known in the paleontological literature as Sámsonháza (Csepreghyné Meznerics, 1954).

The shell microstructure of *Tectura compressiuscula* was investigated using some fragments of one partially broken specimen. The SEM images were obtained in the Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of the Ukraine (Kiev) (IGS NANU in the following). The material was mounted on stubs, sputter-coated with platinum and then documented using a JSM-6490 Scanning Electron Microscope. The figured specimen is housed at IGS NANU.

Nomenclatural notes and taxonomy

Concerning the Miocene patellogastropods, we accept the genus name *Tectura* Gray, 1847 (type species *Patella*

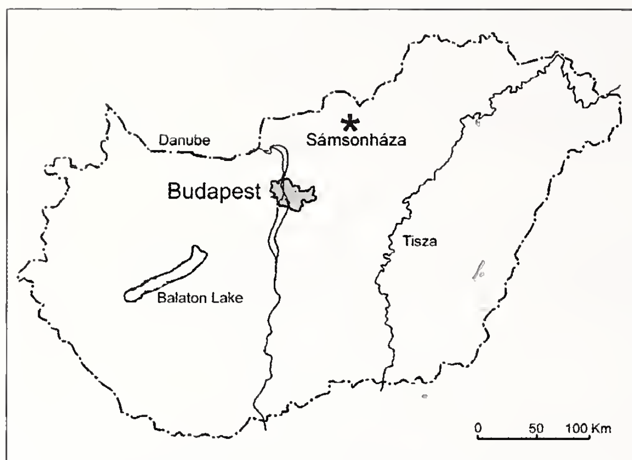


Fig. 1. Location of the outcrop at Sámsonháza, Hungary, where *T. compressiuscula* was found.

Fig. 1. Ubicazione dell'affioramento a Sámsonháza, Ungheria, in cui è stata trovata *T. compressiuscula*.

virginea O.F. Müller, 1776) as a valid generic name for the Miocene lottiids that have the typical protoconch morphology seen in *Patella virginea*. However, there is considerable uncertainty in this attribution, since these Middle-Miocene "*Tectura*" species differ substantially from *Tectura virginea* in having an aragonitic outer shell layer, whereas the latter has a calcitic one (for more details see Anistratenko et al., 2006, Anistratenko & Anistratenko, 2007).

Many authors considered *Tectura* either as a synonym of *Acmaea* Eschscholtz in Rathke, 1833 (*Acmaea* Eschscholtz, 1828 is a *nomen nudum*), or as a subgenus of the genus *Acmaea* (e.g. Knight et al., 1960; Bałuk, 1975). Golikov & Starobogatov (1975) considered *Tectura* as a separate genus and suggested using "Tecturidae Gray, 1847" for the family name instead of "Acmaeidae Carpenter, 1857" because the former has priority. According to modern systematics, the genus *Tectura* belongs in the Acmaeoidea, family Lottiidae (e.g. Sasaki, 1998).

Shell microstructure

It is known that some patellogastropods are characterized by having both calcitic and aragonitic shell layers and this is interpreted as the most primitive gastropod shell structure. Calcitic layers in the patellogastropod shells include foliated and homogeneous structures, whereas aragonitic layers are predominantly crossed-lamellar. Some families, *e.g.* the Patellidae, possess both foliated and crossed-lamellar structures, whereas the Lottiidae have shells with thin outer calcitic homogeneous layers and inner aragonitic crossed-lamellar layers (MacClintock, 1967; Lindberg, 1998; Forli et al., 2004).

Our results revealed that the shell wall of *Tectura compressiuscula* only consists of a simple type of aragonitic crossed-lamellar structure (**Fig. 2**), with no calcitic layer. This structure is the same as in the Badenian *Tectura zboroviensis* and in the species of the genus *Blinia* O. Anistratenko, Bandel & V. Anistratenko, 2006 from the Sarmatian of the Paratethys (Anistratenko et al., 2006). In spite of this similarity, the embryonic shell of *Blinia* species indicates a lecithotrophic larval development, without a short free-swimming larval stage following the yolk-rich embryogenesis.

Most of *T. compressiuscula* shell is composed of one layer of crossed lamellae in which the needles of the two directions of lamellae of the first order commonly intersect (**Fig. 2**). A similar structure is known from the oldest confirmed record patellid, the Upper Triassic *Scutellastraea costulata* (Münster, 1841) from the San Cassiano Formation of Northern Italy, and from a patellogastropod species of similar shape from the Paleocene of Alabama (Bandel, 1982). Moreover that species has a typical patellid protoconch, resembling that of both *Tectura* species mentioned here.

The outer layer of *T. compressiuscula* also resembles that of *T. zboroviensis*: it is thin, porous and aragonitic in construction. These characters clearly distinguish both species from *Patella* and its relatives, which have a calcitic outer layer with a characteristic layered structure, usually quite thick and with a rather complex structure (Anistratenko et al., 2006).

Systematics

Class Gastropoda Cuvier, 1797
Order Patellogastropoda Lindberg, 1986
Family Lottiidae Gray, 1840
Tectura Gray, 1847
(Type species *Patella virginea* O.F. Müller, 1776, Northern Atlantic and Mediterranean Sea)

Tectura compressiuscula (Eichwald, 1830)
(Figs 2a-c, 3a-d)

Pileopsis compressiuscula Eichwald, 1830: p. 214.
Acmaea compressiuscula – Eichwald, 1850: p. 82, pl. 6, figs 19a-c.
Tectura compressiuscula – Friedberg, 1928: p. 534, pl. 35, fig. 6.

Material

Two specimens from the Lower Badenian of Sámsonháza, Hungary, IGS NANU, Sámsonháza_1/2009 (ex coll. B. Dell'Angelo).

Description

Shell limpet-like, small, high-conical. The apex in adult specimens is positioned almost centrally or somewhat tilted backward; the apical angle (measured from the front view) varies between 60° and 75° in different specimens. The aperture is moderately broad oval. The protoconch is directed backward, elongated, and positioned asymmetrically relative to the sagittal axis of the teleoconch. The transition from the embryonic shell to the early teleoconch is distinct. The sculpture consists of numerous fine concentric growth lines crossed by radial ribs, producing the "waffle" ornamentation. The outer sculptured layer is commonly peeled off and the sur-

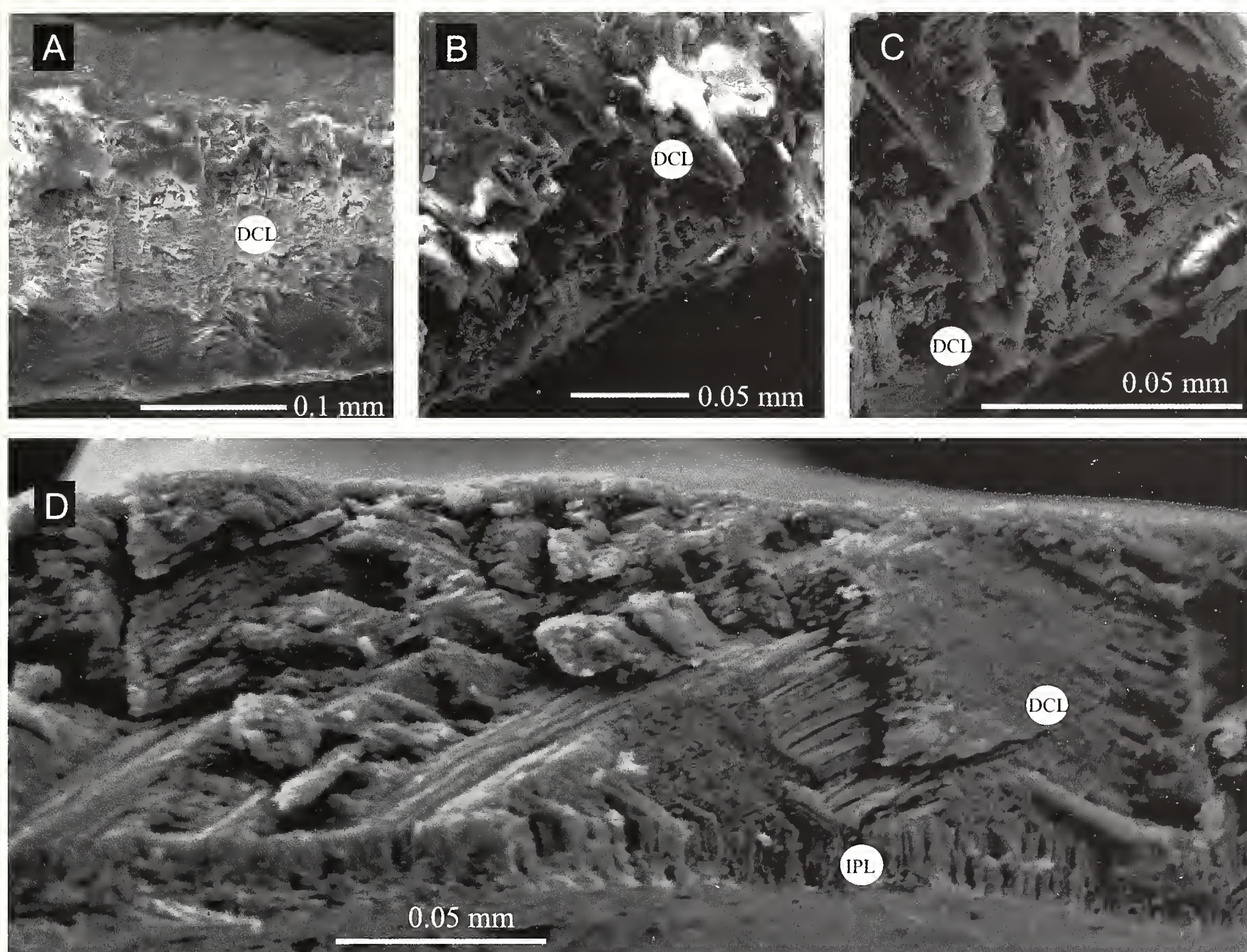


Fig. 2. Shell structure of lottiids discussed in the text. **A-C.** *Tectura compressiuscula* (Eichwald, 1830). SEM images of cross-sections, showing the dissected aragonitic crossed lamellar structure (DCL) and the aragonitic porous outer layer of the shell; inner prismatic layer is not visible and apparently absent. **D.** *Tectura zboroviensis* (Friedberg, 1928). Specimen (IGS NANU, 18/2003) from the Chokrakian of Yurkino (Crimea Peninsula, Ukraine), reveals the similar composition with crossed lamellar layer (DCL) and inner prismatic layer (IPL).

Fig. 2. Struttura conchigliare dei lottidi discussi nel testo. **A-C.** *Tectura compressiuscula* (Eichwald, 1830). Immagini di sezioni trasversali al microscopio elettronico, che mostrano la struttura aragonitica a lamelle incrociate (DCL) e lo strato aragonitico esterno poroso della conchiglia; lo strato prismatico interno non è visibile ed è apparentemente assente. **D.** *Tectura zboroviensis* (Friedberg, 1928). Esemplare (IGS NANU, 18/2003) dal Chokrakiano di Yurkino (Penisola di Crimea, Ucraina) che rivela una struttura simile, con uno strato a lamelle incrociate (DCL) e uno strato prismatico interno (IPL).

face of the teleoconch in most adult individuals appears smooth, or at least lacks the radial ribs.

Measurements

LS – 8.5, HS – 6.9, WS – 5.2, AP – 5.0 (specimen IGS NANU, Sámsonháza_1/2009); LS – 8.2, HS – 5.5, WS – 5.4, AP – 4.4 (specimen IGS NANU, Sámsonháza _2/2009). AP – apex position, i.e. distance of apex from frontal edge (Abbreviations: HS – height of shell; LS – length of shell; WS – width of shell; size in mm).

Remarks

The study specimens correspond fairly well in shape and proportions to the original description (Eichwald, 1830: p. 214) and to the subsequent re-description and illustration of *Acmaea compressiuscula* (Eichwald 1850: p. 82, pl. 6, fig. 19a-c). The specimens of *T. compressiuscula* from the Badenian of Hungary differ from all the known records from the Paratethys Middle Miocene in its larger teleoconch. Unfortunately, because of a thick layer of crust covering in part the surface, it was impossible to assess the original size of the protoconch. *Tectura compressiuscula* differs from *T. zboroviensis* in having a comparatively higher shell (ratio HS/LS up to about 0.8), which is also compressed laterally, whereas the latter species is characterized by a clear broad oval outline of the aperture.

Distribution

According to Anistratenko & Anistratenko (2007), the distribution of *Tectura compressiuscula* ranges from the Badenian of Central Paratethys to the Early Sarmatian (Serravallian of the standard scale) of Eastern Paratethys, i.e. eastern Poland and the Volhynian-Podolian region of Ukraine. The species was also recorded from the Badenian and Sarmatian reef facies of Moldova (Anistratenko & Anistratenko, 2007).

This finding has biogeographic implications, as it extend our knowledge on the dispersal of the planktonic

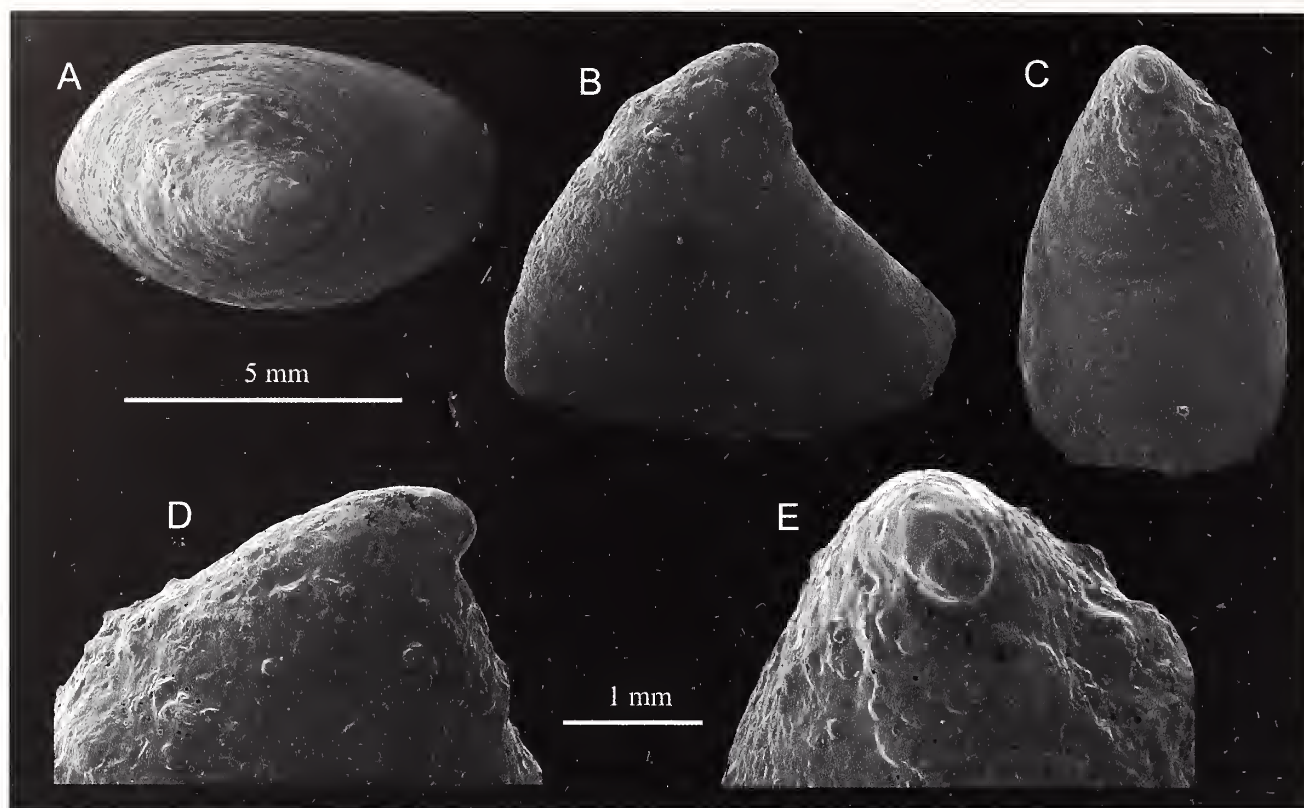


Fig. 3 A-D. *Tectura compressiuscula* (Eichwald, 1830). **A.** Apical view. **B.** Left lateral view. **C.** Posterior view. **D.** Details of left lateral view of the embryonic shell. **E.** Details of posterior view of the embryonic shell; the coiled part of the protoconch is visible.

Fig. 3 A-D. *Tectura compressiuscula* (Eichwald, 1830). **A.** Vista apicale. **B.** Vista laterale sinistra. **C.** Vista posteriore. **D.** Dettagli della vista laterale sinistra della conchiglia embrionale. **E.** Dettagli della vista posteriore della conchiglia embrionale; è visibile la parte avvolta della protoconca.

and lecithotrophic representatives of the family Lottidae in the Miocene of the Central Paratethys.

Acknowledgements

We are grateful to Maurizio Sosso (Genova, Italy) for his help during the sorting of the material from Sámsonháza and to two anonymous reviewers for their useful comments.

References

Anderson H.-J., 1959. Die Gastropoden des jüngeren Tertiärs in Nordwestdeutschland. Teil 1: Prosobranchia Archaeogastropoda. *Meyniana*, **8**: 37-81.

Anistratenko O.Yu. & Anistratenko V.V., 2007. Minute patellogastropods (Mollusca, Lottiidae) from the Middle Miocene of Paratethys. *Acta Geologica Polonica*, **57**: 343-376.

Anistratenko O.Yu., Bandel K. & Anistratenko V.V., 2006. A new genus of patellogastropod with unusual protoconch from Miocene of Paratethys. *Acta Palaeontologica Polonica*, **51**: 155-164.

Báldi T., 1986. *Mid-Tertiary stratigraphy and paleogeographic evolution of Hungary*. Budapest, Akadémiai Kiadó: 201 pp. + XI pls.

Bałuk W., 1975. Lower Tortonian gastropods from Korytnica, Poland. Part I. *Palaeontologia Polonica*, **32**: 1-186.

Bandel K., 1982. Morphologie und Bildung der frühontogenetischen Gehäuse bei conchiferen Mollusken. *Facies*, **7**: 1-198.

Csepreghyné Meznerics I., 1954. A keletcserháti helvéti és tortónai fauna (Helvetische und tortonische Fauna aus dem östlichen Cserhátgebirge). *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, **41**: 1-185.

Eichwald E., 1830. *Naturhistorische Skizze von Litthauen, Volhynien und Podolien in geognostischer, mineralogischer, botanischer und zoologischer Hinsicht*. Wilna: 256 pp.

Eichwald E., 1850. *Paleontologija Rossii. Opisanie molassovoj i namyvnoj formacii*. S.-Petersburg: 1-284 [in Russian].

Eichwald E., 1853. *Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie. III. Dernière période*. Schweizerbart, Stuttgart: 1-518.

Forli M., Dell'Angelo B., Montagna P. & Taviani M., 2004. A new large *Patella* (Mollusca: Patellogastropoda) in the Pliocene of the Mediterranean Basin. *Bollettino Malacologico*, **40**: 3-10.

Friedberg W., 1911-1928. *Mięczaki mioceńskie ziem Polskich. Cześć I. Ślimaki i Lódkonogi. (Mollusca Miocaenica Poloniae. Pars I. Gastropoda et Scaphopoda)*. Museum Imienia Dzieduszyckich, Lwów-Poznań: 1-631.

Harzhauser M. & Kowalke T., 2002. Sarmatian (Late Middle Miocene) Gastropod Assemblages of the Central Paratethys. *Facies*, **46**: 57-82.

Karsten H., 1849. Verzeichnis der im Rostocker academischen Museum befindlichen Versteinerungen aus dem Sternberger Gestein. Rostock, *Adlers Erben*: 42 pp.

Knight J.B., Cox L.R., Keen A.M., Batten R.L., Yochelson E.L. & Robertson R. 1960. Systematic description [Archaeogastropoda], in Moore, R.C. (ed.), *Treatise on invertebrate paleontology*. Part. I, Mollusca 1, 169-310. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence: xii + 351 pp.

Koenen A. (von), 1882. Das Norddeutsche Miocän und seine Molluskenfauna. Theil II: Gastropoda holostomata und tec-

tibranchiata, Cephalopoda und Pteropoda. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Band*, **2**: 223-368.

Kolesnikov V.P., 1935. Sarmatian molluscs. *Paleontologiâ SSSR*, **10**: 507 pp. [in Russian].

Lindberg D.R., 1998. Order Patellogastropoda, in Beesley P.L., Ross G.J.B. & Wells A. (eds). *Mollusca: The Southern Synthesis*. Part B. Fauna of Australia, **5**, 639-652. CSIRO Publishing, Melbourne.

MacClintock C., 1967. Shell structure of patelloid and bellerophontoid gastropods (Mollusca). *Peabody Museum, Natural History Bulletin*, **22**: x + 1-140.

Sasaki T., 1998. Comparative anatomy and phylogeny of the Recent Archaeogastropoda (Mollusca: Gastropoda). *The University Museum, the University of Tokyo, Bulletin* **38**: 1-223.

Sinzow I.F., 1892. Notes on some species from the Neogene`s fossils found in Bessarabiya. *Zapiski novorossijskogo Obshchestva Estestvoispytatelej*, **17**: 51-72 [in Russian].

Strausz L., 1966. *Die Miozän-Mediterranen Gastropoden Ungarns*. Akadémiai Kiadó, Budapest: 693 pp.

Lavoro ricevuto 4 maggio 2009
Lavoro accettato 2 ottobre 2009

Boll. Malacol., **45**: 115-120 (2/2009)

Two new Caecidae from the South-West Pacific Ocean and the "*Caecum insculptum* complex" (Caenogastropoda: Rissooidea)

Bret Raines* & Mauro Pizzini# (✉)

* PO Box 5124
Alamogordo, New
Mexico 88311 USA,
rainesbk@yahoo.com

\# Largo della Caffarelletta
6, 00179 Roma, (Italy),
pizzini.mauro@gmail.com
(✉) Corresponding
Author

Abstract

Two new Caecidae species, *Caecum wami* n. sp. and *Caecum brennani* n. sp. are described from South-West Pacific Ocean. The two species are placed in an informal group herein referred to as "*Caecum insculptum* complex", based on shared characters (ribbed sculpture and crenulated terminal part of the tube). There are no other caecids in the South West Pacific sharing these characters, but many species from the Panamic and Californian area, geographically very distant from the South-West Pacific, could be referred to the "*C. insculptum* complex". These morphological characters could be due to convergence among unrelated, geographically distant species but this subject deserves further studies.

Riassunto

Vengono descritte due nuove specie di Caecidae dell'Oceano Pacifico Occidentale.: *Caecum wami* n. sp. and *C. brennani* n. sp. Queste due specie sono simili tra di loro in alcuni caratteri morfologici (scultura a costole longitudinali e parte terminale del tubo crenulata), mentre nessuna specie finora nota per il Pacifico Occidentale mostra tali caratteri. Le due specie vengono riferite ad un gruppo informale, denominato "complesso *Caecum insculptum*" dalla specie caraibica *C. insculptum* Carpenter, 1857 che mostra questi stessi caratteri. Diverse specie delle aree panamense, californiana e caraibica potrebbero essere riferite a questo complesso. È probabile che questi caratteri simili fra specie geograficamente molto distanti siano semplicemente dovute a convergenza morfologica e, quindi, non esista una stretta relazione fra le specie che mostrano tali caratteri. Questo argomento, comunque, necessita di ulteriori studi.

Key words

Gastropoda, Caecidae, systematics, new species, South-West Pacific, Australian region, Mariana Islands.

Introduction

Using material sent by the Western Australian Museum (Perth, Australia) and additional specimens in possession of the first author, this study allowed a deeper knowledge of the family Caecidae in the South-West Pacific. From the examination of this copious material, two species were selected for their unique morphological characters and they herein described as new. The two new species show some similarities to other species from the distant Panamic and Californian coasts. Such unexpected similarities are discussed in the present work.

The other species found in the South-West Pacific region, mostly already known, will be treated in-depth in following works.

Material and methods

The authors of the present work had the opportunity to study material coming from the North-West of Australia stored in the Western Australian Museum. Additional study material from the Marshall and Mariana Islands is in possession of the first author. Most of this material is still under study and will be the subject of future articles.

The types localities of the two new species are reported in **Fig. 1**. SEM photographs were taken by Daniel L. Geiger (Santa Barbara Museum of Natural History (California, USA).

The following type material (all from photographs) was used for comparisons (see abbreviations and acronyms below):

Caecum insculptum Carpenter, 1857, 2 syntypes, Mazatlán, "off *Spondylus*" (NHML, n°-1857.6.4.15141-2); *C. subspirale* Carpenter, 1857, 3 syntypes, Mazatlán, "off *Spondylus*" (NHML, n°-1857.6.4.1515); *C. obtusum* Carpenter, 1857, 2 syntypes, Mazatlán, "off *Spondylus*" (NHML, n°-1857.6.4.1517); *C. plicatum* Carpenter, 1858, 1 syntype, Mauritius Is. (NHML, n°-1858.12.9.15); *C. plicatum* Carpenter, 1858, 5 syntypes, West Indies (NHML, n°-1858.12.9.15); *C. abnormale* Carpenter, 1857, 1 syntype, Mazatlán, "off *Spondylus*" (NHML, n°- 1857.6.4.1516). *C. mirabile* (Folin, 1867a), 1 syntype, Iles aux Perles, Gulf of Panama (MNHN); *C. mirificum* (Folin, 1867a), 1 syntype, San Miguel, Gulf of Panama (MNHN).

The following abbreviations and acronyms are used: AMS = Australian Museum, Sydney (Australia); LACM = Natural History Museum of Los Angeles County (CA, USA); MNHN = Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (France); MZB = Museo di Zoologia di Bologna (Italy); NHML = Natural History Museum, London (U.K.); NMNS = National Museum of Nature and Science (Tsukuba City, Japan); SBMNH = Santa Barbara Museum of Natural History (CA, USA); WAM = West-

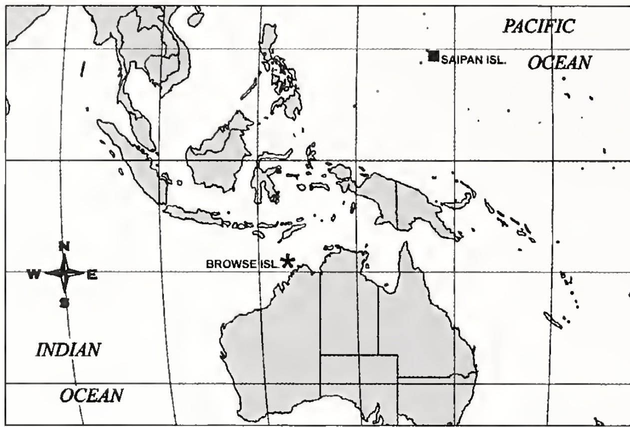


Fig. 1. Type localities of *Caecum wami* n. sp. (star) and *Caecum brennani* n. sp. (square).

Fig. 1. Località tipo di *Caecum wami* n. sp. (asterisco) e di *Caecum brennani* n. sp. (quadrato).

ern Australian Museum, Perth (Australia); BR = Bret Raines colln; MP = Mauro Pizzini colln; leg. = collected by; diam. = diameter; es (s) = empty shell (s); lc (s) = live collected specimen (s).

Class Gastropoda Cuvier, 1797
Superfamily Rissooidea Gray J.E., 1847
Family Caecidae Gray J. E., 1850
Genus ***Caecum s.s.*** Fleming, 1813

Caecum wami n. sp.
(Figs 2A-D, 4A, 5A, 6A, B)

Type material

Holotype WAM S34645 (es) and 5 paratypes (2 juv.) WAM S34642, 2 paratypes MNHN 22062, 2 paratypes NHML Reg. No. 20090294 (all es) from the type locality, 2 paratypes WAM S34644 (both es), Port Hedland, Western Australia, 10/1974, leg. J. Hewitt.

Type locality

Browse Is., North-Western Australia, 124°E, 14° S, 1970.

Description

Tube cylindrical, slightly arched, crossed by 28-30 longitudinal riblets weakly raised and twisted (**Fig. 2A, B**). Interspaces not very deep, about three times wider than riblets. Micro-sculpture consisting of very fine growth striation covering the entire tube, including the top of riblets (**Fig. 6B**). Occasionally a very weak longitudinal striation may be present within interspaces, only seen under high magnification. Mucro double-humped, very protruded over the cutting plane (**Fig. 4A**). In ventral view, with the apical end at the top, the mucro is oriented towards the right side at about 90°; its ventral margin is irregularly spherical, while the dorsal margin has a squashed-top ball shaped. Aperture circular (**Fig. 6A**), weakly contracted and rimmed by three rings, crossed and made finely crenulate by the longitudinal sculpture (**Fig. 5A**). Colour whitish in beached specimens. Operculum and soft parts unknown.

Holotype measurements: length 2.1 mm, diam. 0.5 mm.

Distribution

The species is only known from Browse Island (North-Western Australia) and Port Hedland (Western Australia).

Etymology

The new species is dedicated to WAM (Western Australian Museum, Perth).

Remarks

The new species has a unique septum shape, making this species clearly distinct from other similar species. The septum of *C. reversum* Carpenter, 1857 (Pizzini et al., 2007: fig. 2A, B) is similar to that of *C. wami* in orientation (about 90° towards the right side), but it lacks the double-humped shape. Furthermore, the shell sculpture only consists of growth striae.

In sculpture, *C. wami* n.sp. shows some resemblance with other species from the Californian and Panamic coasts: *C. insculptum*, *C. subspirale* [= *C. obtusum*], *C. mirabile* and *C. mirificum*. However, the septum shape of *C. wami* n.sp. is markedly different.

The new species has 28-30 longitudinal ribs (**Fig. 6A**), which are somewhat twisted in the adapical portion of the tube, and slightly raised, while *C. insculptum* (**Fig. 7A-C**) shows 16-18 ribs, strongly raised, not twisted, with deep interspaces. Compared to *C. subspirale* (26-29 ribs) (**Fig. 8A-C**), in the new species the ribs are less raised, sharper and more regular, with no rough rings, except near the aperture. We agree with Lightfoot (1993) about the synonymy between *C. obtusum* and *C. subspirale*.

All the abovementioned species lack a fine longitudinal striation. On the contrary, both *C. mirabile* (Folin, 1867: p. 45) and *C. mirificum* (p. 47) display a weak longitudinal striation, only seen under high optical magnification. The French author placed the former in the section "*Coteles*" (ribbed) and the latter in the section "*Quadrillé*" (chequered). The second group includes species with a reticulated sculpture all over the tube, stronger in the abapical portion, resulting from the crossing of ribs and growth lines. However, we suspect that *C. mirabile* and *C. mirificum* are synonyms, since *mirificum* has a scupture quite similar to that of mirabile, and could be placed in the ribbed group. Unfortunately, the MNHN's syntypes are in poor conditions and did not allow us to solve this problem.

Regarding the similarities with *C. brennani* n. sp., see the remarks of the latter species.

Other species from the Atlantic (Caribbean) having similar characters (i. e. longitudinal ribs and crenulation on the ring near the aperture) to those of *C. wami* are *C.*

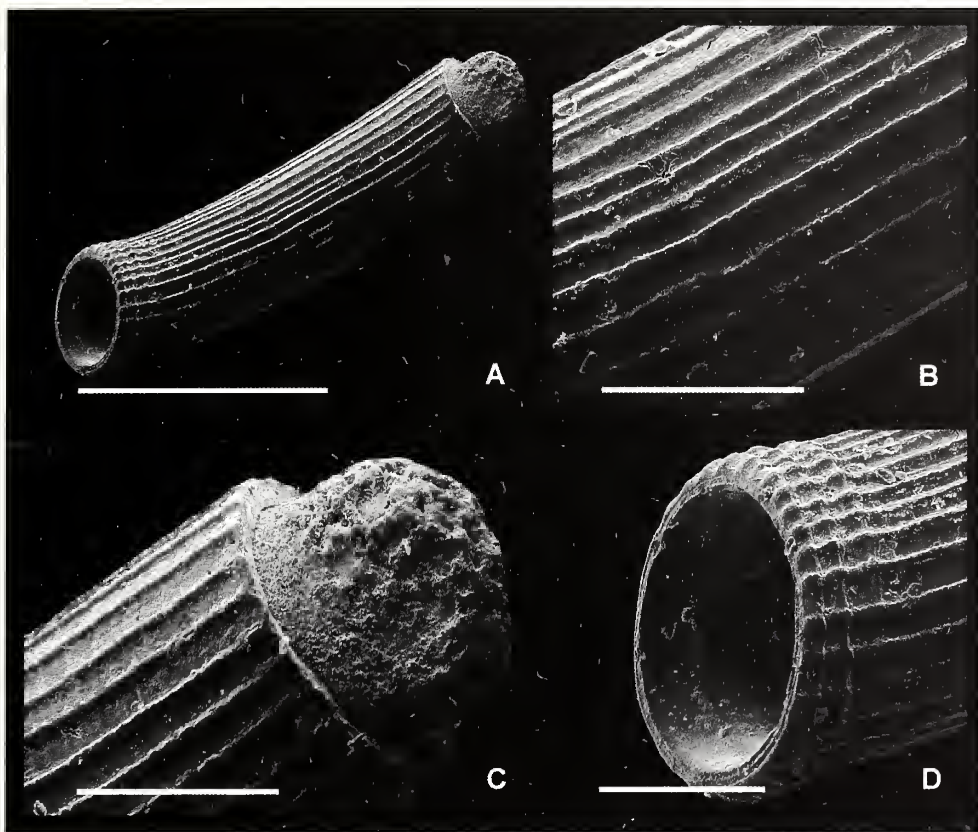


Fig. 2. *Caecum wami* n. sp., holotype. **A.** Shell (scale bar = 1 mm); **B.** Tube (scale bar = 250 µm); **C.** Septum (scale bar = 250 µm); **D.** Aperture (scale bar = 250 µm).

Fig. 2. *Caecum wami* n. sp., olotipo. **A.** Conchiglia (scala = 1 mm); **B.** Tubo (scala = 250 µm); **C.** Setto (scala = 250 µm); **D.** Apertura (scala = 250 µm).

plicatum (**Figs 4H, 5H**), *C. cycloferum* Folin, 1867c, and *C. multicostatum* Folin, 1867b. The holotypes of the last two species were figured in Absalão & Pizzini (2002).

Caecum brennani n. sp.
(Figs 3A-D, 4B, 5B, 6C-D)

Type material

Holotype (LACM 3103), 3 paratypes (LACM 3104, 3105, 3106), 1 paratype (AMS), 1 paratype WAM S34642, and 1 paratype plus an early stage MNHN 22164 (all es) from the type locality; 1 paratype and few fragments (BR) (es) from the Kwajalein Atoll.

Type locality

Marpi, Saipan (Mariana Islands), 15°17'30"N, 145°48' 15"E.

Description

Tube cylindrical, slightly arched, crossed by 15-18 pronounced undulating ribs, not twisted (**Fig. 3A**), with interspaces about twice wide than ribs (**Fig. 3B**). At about 3/4 of the tube length, in its abapical portion, 8-9 rings appear, crossing the ribs and producing a reticulated sculpture, with the rings increasing in strength towards the aperture. Very weak to obsolete longitudinal striation may be present, only seen under high magnification. The septum is mucronate, with the mucro oriented to the right side of about 45°, strongly raised over the cutting plane, terminating with a sheared appearance (**Figs 3C, 4B**). Aperture perfectly circular, abruptly constricted. Operculum and soft parts unknown. Holotype size: length 2.6 mm, diameter 0.6 mm.

Distribution

The species is known from Saipan (Mariana Islands) and the Kwajalein Atoll (Marshall Islands).

Etymology

The new species is dedicated to Doug Brennan, who has supported our research by providing many sediment samples.

Remarks

Caecum brennani n. sp. is quite similar to *C. wami* n. sp. in sculpture (longitudinal riblets) and microsculpture (microscopic longitudinal striation among the riblets). The main differences between the two species are the different shape of the septum (mucronate in *brennani*, double-humped in *wami*), and in the different number of riblets (15-18 well defined, undulating, not twisted in *brennani*, *vs* 28-30, twisted in *wami*).
The other species similar to *C. brennani* are the same as those considered for *C. wami*, i.e. *C. insculptum*, *C. subspirale*, *C. mirabile* and *C. mirificum*. Of these, the species most similar to *brennani* is *insculptum*. The new species has 8-9 rings in its abapical portion, crossing the longitudinal ribs, while *C. insculptum* has no rings (Carpenter, 1857: p. 315) (**Fig. 7B, C**). Moreover, in *C. insculptum* the rib section is squarish and the interspaces are deeper than in *C. brennani*.

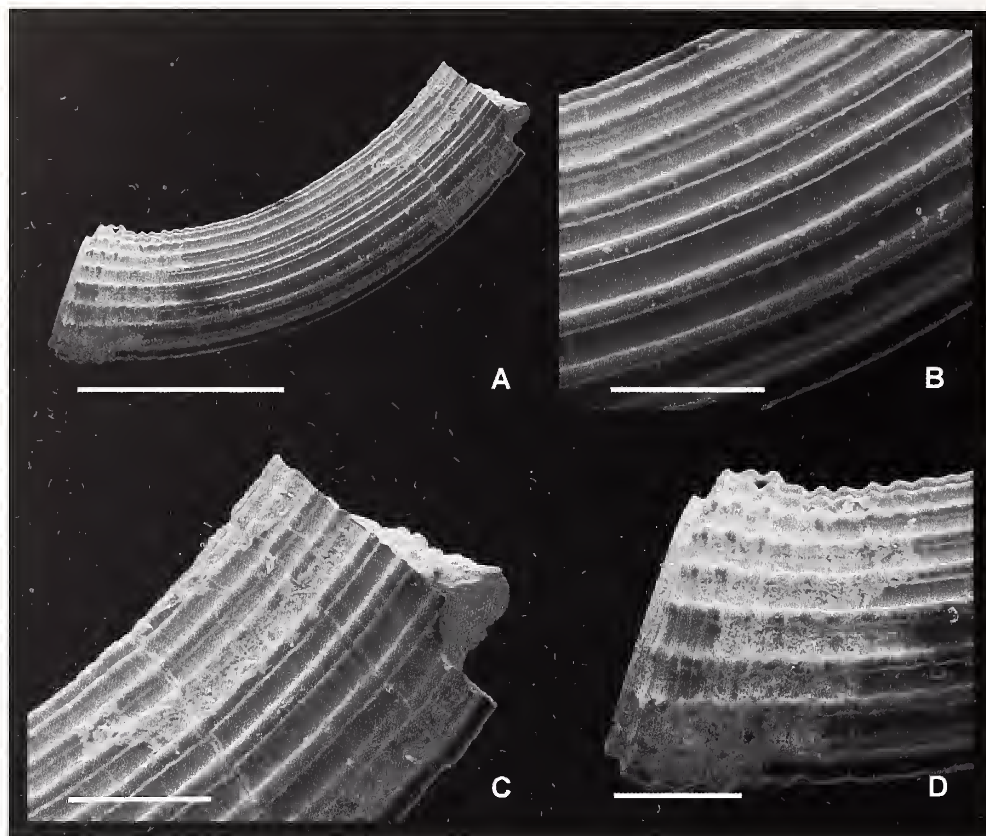


Fig. 3. *Caecum brennani* n. sp., holotype. **A.** Shell (scale bar = 1 mm); **B.** Tube (scale bar = 250 µm); **C.** Septum (scale bar = 250 µm); **D.** Aperture (scale bar = 250 µm).

Fig. 3. *Caecum brennani* n. sp., olotipo. **A.** Conchiglia (scala = 1 mm); **B.** Tubo (scala = 250 µm); **C.** Setto (scala = 250 µm); **D.** Apertura (scala = 250 µm).

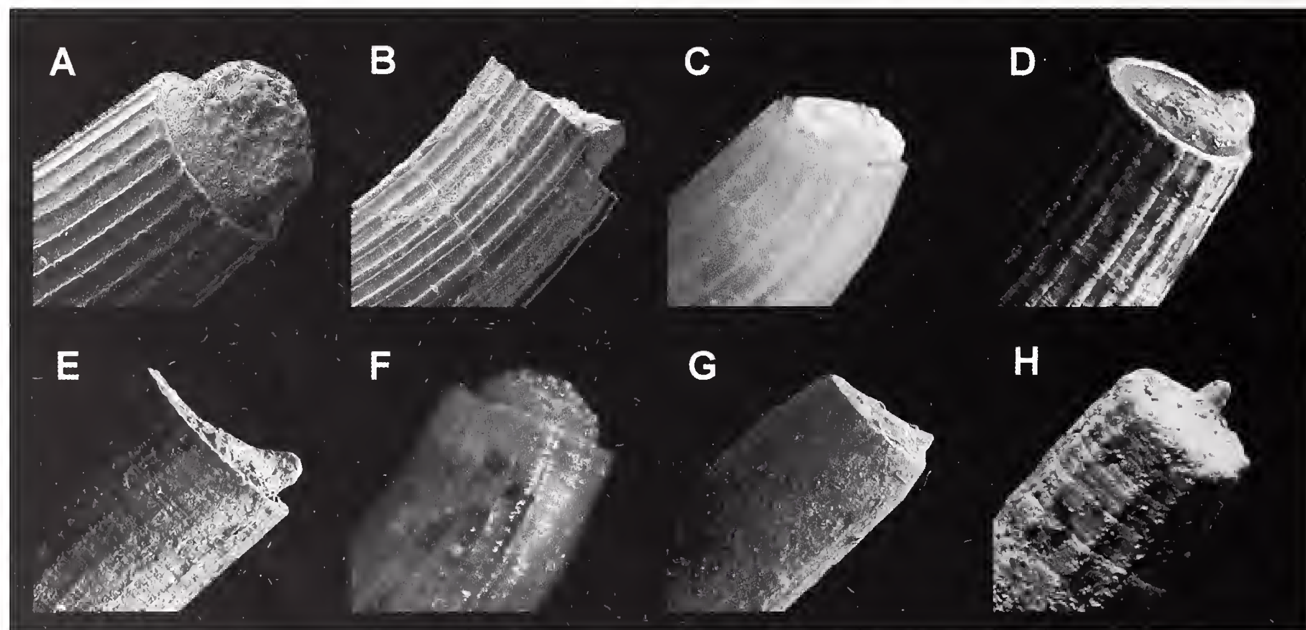


Fig. 4. Septa. **A.** *C. wami* n. sp., **B.** *C. brennani* n. sp., **C.** *C. mirabile* (Folin, 1867); **D.** *C. insculptum* Carpenter, 1857; **E.** *C. abnormale* Carpenter, 1857; **F.** *C. mirificum* (Folin, 1867); **G.** *C. subspirale* Carpenter, 1857; **H.** *C. plicatum* Carpenter, 1857.

Fig. 4. Setti. **A.** *C. wami* n. sp.; **B.** *C. brennani* n. sp.; **C.** *C. mirabile* (Folin, 1867); **D.** *C. insculptum* Carpenter, 1857; **E.** *C. abnormale* Carpenter, 1857; **F.** *C. mirificum* (Folin, 1867); **G.** *C. subspirale* Carpenter, 1857; **H.** *C. plicatum* Carpenter, 1857.

Another species markedly similar to *C. brennani* is *C. abnormale* (**Figs 4E, 5E**), described from Mazatlán, Gulf of California (Mexico). It has the same general shape and the same mucro tipology as the new species, but it differs by having about 18 weak, not undulating ribs. In addition, *C. brennani* is longer, has growth striation only seen under high magnification and several rings crossing the ribs towards the abapical portion of the tube, giving a reticulated appearance. In *C. abnormale*, there only 2-3 fine rings near the aperture.

Conclusions

On the basis of their morphological characters, we decided to place *Caecum wami* n. sp. and *C. brennani* n. sp.

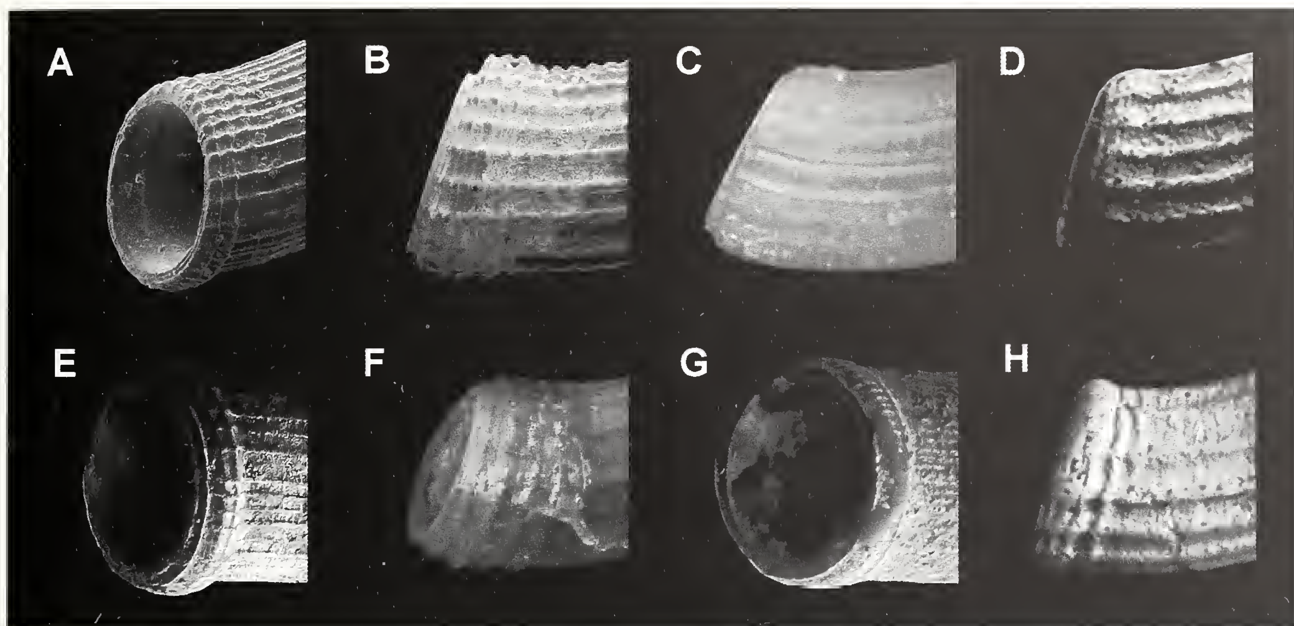


Fig. 5. Apertures. **A.** *C. wami* n. sp.; **B.** *C. brennani* n. sp.; **C.** *C. mirabile* (Folin, 1867); **D.** *C. insculptum* Carpenter, 1857; **E.** *C. abnormale* Carpenter, 1857; **F.** *C. mirificum* (Folin, 1867); **G.** *C. subspirale* Carpenter, 1857; **H.** *C. plicatum* Carpenter, 1857.

Fig. 5. Aperture. **A.** *C. wami* n. sp.; **B.** *C. brennani* n. sp.; **C.** *C. mirabile* (Folin, 1867); **D.** *C. insculptum* Carpenter, 1857; **E.** *C. abnormale* Carpenter, 1857; **F.** *C. mirificum* (Folin, 1867); **G.** *C. subspirale* Carpenter, 1857; **H.** *C. plicatum* Carpenter, 1857.

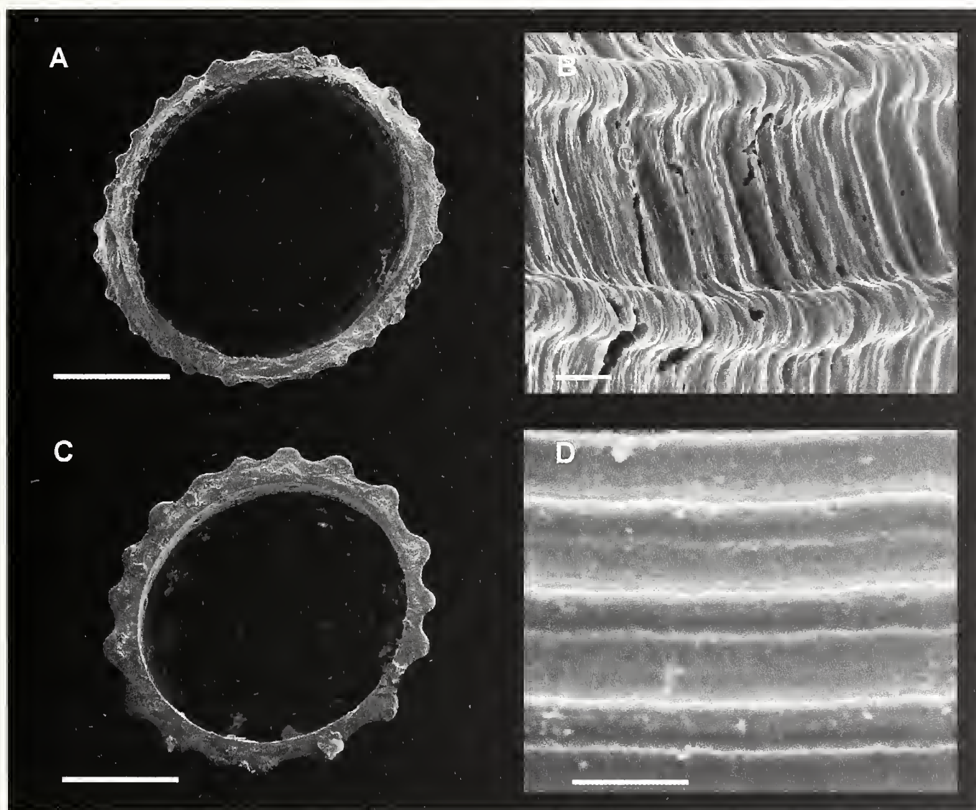


Fig. 6. A, B. *Caecum wami* n. sp. **A.** Cross section of the tube (scale bar = 200 µm); **B.** Microsculpture (scale bar = 10 µm). **C, D.** *Caecum brennani* n. sp. **C.** Cross section of the tube (scale bar = 200 µm); **D.** Microsculpture (scale bar = 125 µm).

Fig. 6. A, B. *Caecum wami* n. sp. **A.** Sezione del tubo (scala = 200 µm); **B.** Microscultura (scala = 10 µm). **C, D.** *Caecum brennani* n. sp. **C.** Sezione del tubo (scala = 200 µm); **D.** Microscultura (scala bar = 125 µm).

in an informal group, here refereed to as "*C. insculptum* complex", after *C. insculptum* Carpenter, 1857 which has the same characters. This is in analogy with the "*Elephantulum* section" of Carpenter (1857), containing species sharing similar tube sculpture and septum shape. *Elephantulum* has been used both as a subgenus and even a genus. The "*C. insculptum* complex" shows binding elements, such as the unique sculpture, consisting of longitudinal ribs and crenulated terminal portion of the tube, as seen in *C. wami* n. sp. and *C. brennani* n. sp. Together with *C. insculptum*, *C. subspirale*, *C. obtusum*, *C. plicatum*, *C. abnormale*, *C. mirabile* and *C. mirificum*, other Western Atlantic Caecidae can be placed in this species complex, as well as *C. cycloferum* Folin, 1867c and *C. multicostatum* Folin, 1867b.

It is not our intention to consider the "*C. insculptum* complex" as a taxonomic category. Our goal is simply to underline that there is some kind of morphological

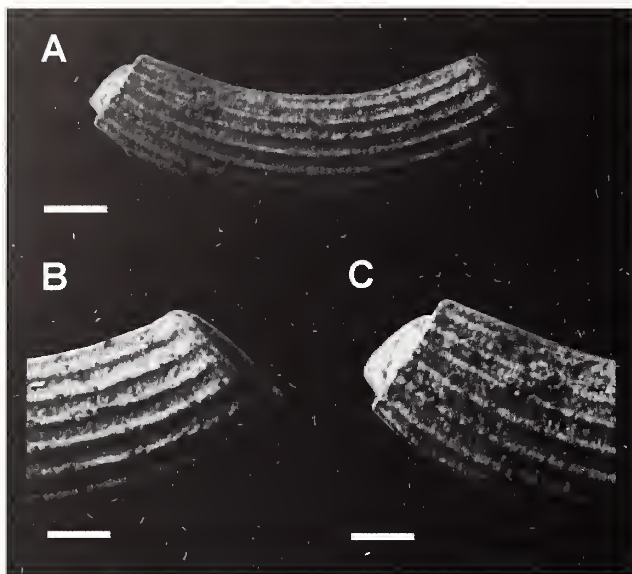


Fig. 7. *Caecum insculptum* Carpenter, 1857 (syntype n°-1857.6.4.1514). **A.** Shell (scale bar = 455 µm); **B.** Aperture detail (scale bar = 286 µm); **C.** Septum detail (scale bar = 286 µm).

Fig. 7. *Caecum insculptum* Carpenter, 1857 (sintipo n°-1857.6.4.1514): **A.** Conchiglia (scala = 455 µm); **B.** Dettaglio dell'apertura (scala = 286 µm); **C.** Dettaglio del setto (scala = 286 µm).

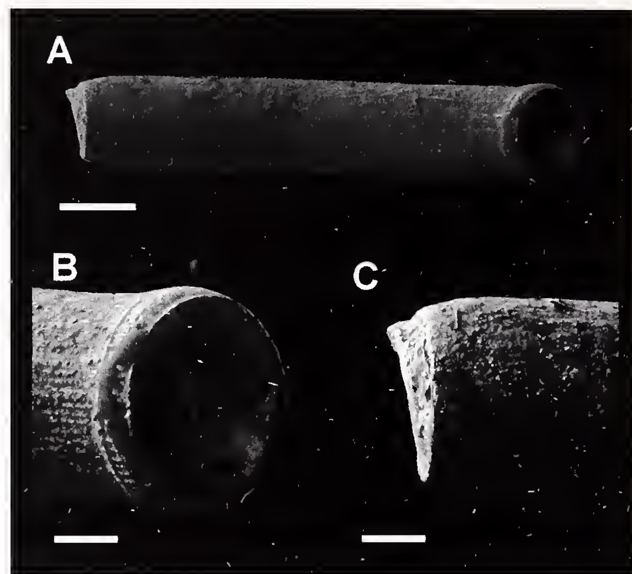


Fig. 8. *C. subspirale* Carpenter, 1857 (syntype, n°-1857.6.4.1515). **A.** Shell (scale bar = 566 µm); **B.** Aperture detail (scale bar = 200 µm); **C.** Septum detail (scale bar = 200 µm).

Fig. 8. *C. subspirale* Carpenter, 1857 (syntype, n°-1857.6.4.1515): **A.** Conchiglia (scala = 566 µm); **B.** Dettaglio dell'apertura (scala = 200 µm); **C.** Dettaglio del setto (scala = 200 µm).

closeness among geographically distant Caecidae species, while considering that there are also some isolation situations (*e.g.* Easter Island) which encourages biodiversity and differentiation (Raines & Pizzini, 2005). It is possible to hypothesize that these sculptural characters are simply convergent, and that species sharing these characters are unrelated to each other. The argument, far from being exhaustive, deserves further investigation in different geographic areas (currently under development) and with the help of the palaeontological record.

Acknowledgements

We wish to thank, all the WAM's staff, in particular Ian Loch, for sending us the material stored in the museum, the MNHN's staff for providing digital photos of Folin's original types, and the NHML's staff for the SEM photos of Carpenter's original types. We are also grateful to Daniel L. Geiger (SBMNH) and to A. Bonfitto (MZB) for the SEM photos of this work. Many thanks also to Doug Brennan and Wesley Blacketer for providing marine sediment samples from Saipan and the Kwajalein Atoll and to an anonymous reviewer for useful comments and suggestions.

References

Absalão R. S. & Pizzini M., 2002. Critical analysis of subgeneric taxa of the Subfamily Caecinae (Caecidae: Caenogastropoda). *Archiv für Molluskenkunde*, **131** (1-2): 167-182.

Brann, D.C., 1966. *Illustrations to "Catalogue of the collection of Mazatlan Shells" by Philip P. Carpenter.* Paleontological Research Institute, Ithaca, New York. Plates 32-37.

Carpenter, P.P., 1857. *Catalogue of the collection of Mazatlan shells in the British Museum. Reprint.* Paleontological Research Institution. Ithaca, New York. pp. 312-330.

Carpenter, P.P., 1859 [1858]. First steps towards a monograph of the Caecidae, a family of rostriferous Gastropoda. *Proceedings of the Zoological Society, London*, **26**: 413-444.

Folin, L., 1867a. Les méléagrinicoles: espèces nouvelles. *Recueil des publications de la Société havraise d'études diverses*, Havre, Imprimerie Lepelletie, vol. 33: 74 pp.

Folin, L., 1867b. Rade de La Guayra, in de Folin L. & Perrier (ed.), *Les Fonds de la mer*, **1**: 28-32, pl. 3, figs 4,5.

Folin, L., 1867c. Rade de La Guayra, in de Folin L. & Perrier (ed.), *Les Fonds de la mer*, **1**: 28-32, pl. 4, figs. 1,2.

Lightfoot, J., 1993. Caecidae of the Panamic Province. Part Two. *Of Sea & Shore*, **16** (2): 75-87.

Pizzini M., Raines B. & Nofroni I. 2007. A new Caecid from Panama (Pacific) with illustration of *Caecum reversum* (Carpenter, 1857) - (*Caenogastropoda*: *Rissooidea* Gray J.E., 1847). *Iberus*, **25** (2): 1-7.

Raines, B. & Pizzini, M. 2005. Contribution to the knowledge of the Family Caecidae: **16.** Revision of the Caecidae of Easter Island (Chile) - (Caenogastropoda: Rissooidea Gray J.E., 1847). *Iberus*, **23** (1): 49-65.

Lavoro ricevuto il 17 marzo 2009
Lavoro accettato il 5 ottobre 2009

Boll. Malacol., **45**: 121-122 (2/2009)

Osservazioni su *Dentalium inaequale* Bronn, 1831 (Scaphopoda)

Erminio Caprotti

Via dei Colli 1, 22070
Guanzate (CO), Italia

Riassunto

L'Autore desidera puntualizzare le differenze che intercorrono fra *Dentalium inaequale* Bronn, 1831 e *D. sexangulum* var. *striolatissima* Sacco, 1897 in relazione alla proposta, presente in letteratura, che *D. inaequale* rientri nella sinonimia di *D. sexangulum* Gmelin, 1791. *Dentalium sexangulum* e *D. inaequale* rimangono specie distinte, oggi riferite al genere *Paradentalium*.

Abstract

In the palaeontological literature, there is a proposal of synonymising *Dentalium inaequale* Bronn, 1831 with *Dentalium sexangulum* var. *striolatissima* Sacco, 1897, mainly based on palaeocological observations. Whereas var. *striolatissima* actually is a synonym of *D. sexangulum* Gmelin, 1791, *D. inaequale* and *D. sexangulum* are distinct species, currently placed in the genus *Paradentalium*.

Parole chiave

Scaphopoda, *Dentalium*, *Paradentalium*, Pliocene, Mediterraneo.

Introduzione

Nel mio recente lavoro (Caprotti, 2009), segnalai il lavoro di Bernasconi (1996) come un accurato studio di paleoecologia, come quello che lo precedeva del 1993. Non mi accorsi, invece, che a p. 26, veniva messa in dubbio la validità di *Dentalium inaequale*, considerato un sinonimo di *D. sexangulum* Gmelin, 1791. A mio modesto parere, pur con tutto il rispetto e la considerazione per gli studi sulle paleocomunità, non mi sembra che ciò sia accettabile. Ne spiegherò perciò i motivi, che sono principalmente due: il rispetto della sistematica e delle caratteristiche specifiche che servono a tipicizzare ogni specie.

Discussione

Bernasconi (1996), vagliando tre ipotesi basate su criteri paleoecologici, ritiene che la terza sia "*the most probable*", ossia che le due entità debbano considerarsi conspecifiche. L'Autrice si rifà a Sacco (1897: p. 93), il quale aveva evidenziato la somiglianza della sua var. *striolatissima* di *D. sexangulum* con *D. inaequale*. Anche io, seguendo Sacco, caddi nell'errore di considerare *striolatissima* Sacco come una variante di *D. inaequale*. Infatti, in Caprotti (1961: p. 350-352, tav. 19, figg. 5, 6) figurai come *D. inaequale* quella che in realtà si dimostrò poi essere un caso di variabilità di *D. sexangulum*, come precisai (Caprotti, 1974: p. 17) con osservazioni varie ed illustrando (tav. 4, fig. 8) un vero esemplare di *D. inaequale*. Allora segnalai che l'*inaequale* non era presente nello stratotipo del Piacenziano. Ed in effetti, questa specie si estingue nel Pliocene inferiore. Vediamo ora di ricostruire la storia di questa specie.

1. *Dentalium inaequale* fu istituito da Bronn (1831) con la seguente diagnosi: "*D. testa arcuata, longitudinaliter costato-striata, superne costis 6 acutis, inferius aliis semper minoribus intercedentibus, basin versus in strias circiter 50 subaequales deliquescentibus*". La specie non venne illustrata.
2. La prima illustrazione, chiarissima, di questa entità si trova in Michelotti (1847: tav. 5, fig. 19).
3. Sacco (1897) ripete la diagnosi di Bronn, con un vasto elenco sinonimico (16 citazioni), di cui le sole illustrazioni citate sono quelle di Michelotti. Nelle osservazioni, però, Sacco scrive: "Specie ben caratteristica, che però talora sembra far passaggio alla var. *striolatissima* di *D. sexangulum*". Nella pagina precedente, istituendo la var. *striolatissima*, così la descrive: "*In regione infera costae graciliores, depressiores, sed pernumerosae, configurae*". A proposito della scultura di questa varietà, Sacco osserva: "È un carattere di stato adulto affatto, direi quasi di senilità, e spesso si verifica come anomalia dopo una rottura della conchiglia, mentre la parte superiore e media è riferibile al tipo". Le figure di *D. inaequale* in Sacco (1897: tav. 6, figg. 71-73) sono abbastanza chiare ed esaurienti, pur nella precarietà fotografica dell'epoca, mentre quelle della var. *striolatissima* (tav. 7, figg. 55, 56) sono discrete.
4. Caprotti (1961), interpreta erroneamente esemplari di var. *striolatissima* di *D. sexangulum*, dallo stratotipo Piacenziano attribuendoli a *D. inaequale*.
5. Pelosio (1966: p. 176, tav. 47, figg. 22, 23) illustra molto bene *D. inaequale*, nel contesto della malacofauna dello stratotipo tabianiano.
6. Robba (1968: p. 301), illustrando la malacofauna dello stratotipo del Tortoniano, cita *D. inaequale*.
7. Mastrorilli (1969: p. 167, figg. 4, 6) cita ed illustra la specie dal Pliocene inferiore di Genova.
8. Marasti (1973), in un accuratissimo lavoro sulla malacofauna tortoniana del Torrente Stirone, illustra bene *D. inaequale* (p. 113: tav. 26, figg. 9, 10).

9. Dopo aver esaminato molte collezioni di scafopodi fra il 1961 e il 1974, Caprotti (1974) lavorando sulla malacofauna del Tabianiano della Val d'Arda, corregge la sua erronea lettura degli esemplari piacenziani del 1961, che "debbono ascriversi a casi di estrema variabilità di *D. sexangulum*", escludendo così la presenza di *D. inaequale* dallo stratotipo Piacenziano. L'esemplare di *D. inaequale* che illustra è assai simile all'illustrazione in Michelotti (1847). Il lavoro di Caprotti del 1974, veniva così ad aggiungersi a due importanti lavori precedenti sul Pliocene inferiore: quello di Ruggieri (1949), sul Pliocene inferiore dì Castrocaro e quello di Pelosio (1966) sullo stratotipo tabianiano (uso la terminologia stratigrafica di allora, anche perché non mi risulta che una malacofauna dello stratotipo del piano Zancleano sia stata a tutt'oggi pubblicata).

10. Nel 1979 (p. 219) Caprotti riprende il discorso su *D. inaequale*, riassumendo quanto sopra evidenziato.

Vediamo ora di chiarire le differenze fra *D. inaequale* Bronn, 1831 e *D. sexangulum* var. *striolatissima* Sacco. 1897. Non mi trattengo sulle differenze fra *D. inaequale* e la "forma tipica" di *D. sexangulum*, in quanto ciò risulta già sufficientemente chiaro dalle diagnosi originali e soprattutto dai chiarimenti dello Schroeter (1784) riportati in Caprotti (1979: p. 221). Per il Tortoniano ed il Tabianiano non vi sono problemi, in quanto gli esemplari di *D. inaequale*, sia dalle mie passate e presenti verifiche, sia dalla letteratura, non lasciano dubbi sui caratteri di questa entità. Inoltre, la varietà di Sacco non è stata mai reperita in quei livelli.

In *Dentalium inaequale*, le sei coste apicali lentamente si obliterano, per annullarsi quasi totalmente con le altre verso l'apertura, laddove raggiungo il numero di circa 50. Le coste, verso l'apertura, si possono considerare pressoché eguali fra di loro, sia per la sporgenza sia per la larghezza. Per tutto il loro sviluppo, le coste intermedie sono omogenee fra di loro. Inoltre, lo sviluppo da sei a 50 coste è continuo, senza interruzioni. Non sarà questa caratteristica un elemento essenziale, ma completa il quadro. E tutte le coste formatesi dopo le 6 iniziali sono sempre fra di loro eguali, omogenee, fittamente contigue.

Nella var. *striolatissima*, invece, le sei coste principali si distinguono sempre dalle altre che si vanno man mano intercalando. Le coste sono inoltre fra di loro assai diverse in larghezza. V'è anche una certa irregolarità nelle dimensioni delle coste verso l'apertura, che sono irregolarmente distribuite, più o meno contigue, con caratteri peraltro comuni a tutte le altre numerose "varietà" di *D. sexangulum*, e non solo per "*striolatissima*".

Conclusioni

Sperando di essere stato sufficientemente chiaro, concludo confermando la validità di *Dentalium inaequale* di Bronn e ritenendo la var. *striolatissima* di Sacco uno dei tanti aspetti dell'enorme variabilità di *Dentalium sexangulum* Gmelin.

Ho sempre citato le due specie qui considerate con il nome originale. Oggi, ovviamente, vanno rispettivamente chiamate *Paradentalium inaequale* (Bronn, 1831) e *Paradentalium sexangulum* (Gmelin, 1791) (Caprotti, 2009: p. 41).

Ringraziamenti

Ringrazio cordialmente il Prof. Rafael La Perna dell'Università di Bari per la sua cortese e preziosa attenzione e per la lettura critica del manoscritto.

Bibliografia

Bernasconi M.P., 1990. Some Pliocene Scaphopods: controlling factors and meaning within the paleocommunities, in Robba E. (ed.), *IV Simposio di Ecologia e Paleoecologia delle Comunità Bentoniche*. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, 357-372.

Bernasconi M.P., 1996. Scaphopod significance in the Pliocene molluscan paleocommunities, in Cherchi A. (ed.), *Autecology of selected fossil organisms: achievements and problems. Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, spec. vol. **3**: 19-30.

Bronn H.G., 1831. *Italiens Tertiär-Gebilde und deren organische Einschluss*. Heidelberg, 176 pp.

Caprotti E, 1961. Scafopodi piacenziani di Castell'Arquato (Piacenza). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, **100** (4): 345-364.

Caprotti E., 1974. Molluschi del Tabianiano (Pliocene inferiore) della Val d'Arda. Loro connessioni temporali e spaziali. *Conchiglie*, **10**: 1-47.

Caprotti E., 1979. Scafopodi neogenici e recenti del bacino mediterraneo. Iconografia ed epitome. *Bollettino Malacologico*, **15** (9-10): 213-288.

Caprotti E., 2009. Osservazioni e aggiornamenti su alcune specie di scafopodi neogenici e quaternari del bacino mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, **45**: 31-44.

Marasti R. 1973. La fauna tortoniana del T. Stirone (limite Parmense-Piacentino). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **12** (1) : 76-120.

Mastrorilli V.I., 1969. I Molluschi del Pliocene ligure nella collezione dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova, e i microfossili delle formazioni che li ricettavano. 1. I reperti provenienti dalle marne di Genova. *Atti dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova*, **7**: 87-228.

Michelotti G., 1847. Description des fossiles des terrains Miocènes de l'Italie septentrionale. *Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandische Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem*, ser. 2, **3** (3): 1-409.

Pelosio G., 1966. La Malacofauna dello stratotipo del Tabianiano (Pliocene inferiore) di Tabiano Bagni (Parma). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **5** (2):101-183.

Robba E., 1968. Molluschi del Tortoniano-tipo (Piemonte). *Rivista Italiana di Paleontologia*, **74** (2): 457-646.

Ruggieri G., 1957. Geologia e stratigrafia della sommità del Terziario a Castrocaro (Forlì). *Giornale di Geologia*, ser. 2: 26: 89-140.

Schroeter J.S., 1784. *Einleitung in die Conchylien-Kenntniss nach Linné*. Halle, vol 2, 726 pp.

Sacco F., 1897. *I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte 22*. Clausen, Torino, 148 pp.

Lavoro ricevuto 10 settembre 2009
Lavoro accettato 6 ottobre 2009

Boll. Malacol., **45**: 123-127 (2/2009)

On the presence of the alien freshwater gastropod *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) (Gastropoda: Planorbidae) in the Maltese Islands (Central Mediterranean)

David P. Cilia

29, Red Palace Way,
Santa Venera SVR1454,
Malta,
dpcilia@gmail.com

Abstract

An established population of the North-American freshwater gastropod *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) is recorded from the island of Malta (Central Mediterranean) for the first time. This population was found in an anthropogenic habitat at the northeast of Malta. *Ferrissia fragilis* is an invader of several freshwater habitats throughout Europe and beyond. If released into the wild, it could present competition for threatened Maltese freshwater Mollusca.

Riassunto

Una popolazione stabile del gasteropode d'acqua dolce, di origine nord americana, *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) è segnalata per la prima volta a Malta (Mediterraneo centrale). La popolazione è stata trovata in un ambiente antropizzato, nella parte nord-orientale di Malta. *Ferrissia fragilis* è un invasore di diversi ambienti d'acqua dolce in Europa ed altre aree. Se rilasciato negli ambienti naturali, questa specie potrebbe entrare in competizione con le specie autoctone e minacciare la fauna dulcicola di Malta.

Key words

Gastropoda, Planorbidae, *Ferrissia fragilis*, freshwater, alien species, Malta.

Introduction

The alien non-marine gastropods of the Maltese Islands have been studied in detail by various authors **(Tab. 1)**. Giusti et al. (1995) list eight species as being of non-native or reintroduced origin, of which two are restricted to freshwater. Beckmann (2003) adds a terrestrial species. Mifsud et al. (2002) list five newly recorded aliens, revised in part by Barbara & Schembri (2008), of which one is restricted to freshwater. For the first time herein, a substantial population of the non-native, potentially invasive *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) is being reported as living in the Maltese Islands.

Ferrissia is a genus of limpet-shaped snails which has been variously assigned to the families Ancylidae, Lymnaeidae and Planorbidae by different authors. To conform with the latest model for gastropod classification established by Bouchet & Rocroi (2005), it is hereby understood as being a member of the tribe Ancylini of the family Planorbidae.

Material and methods

During observation of organisms in an anthropogenic freshwater habitat located in central suburban Malta, the author noticed a few hundred live individuals of a small limpet-like shape attached to the sides of the pond and a shallow ditch leading to it. A small number of individuals was collected and stored in 90% alcohol for further study, which was mostly carried out under a dissecting microscope. A small number of representative individuals of other gastropods from the same location and habitat were collected and also preserved in 90% alcohol for further investigation.

Material studied: Blata l-Bajda, Malta; 18.III.2009, 28. IV.2009, 12.V.2009 & 1.VI.2009, several live individuals in situ; David P. Cilia leg. 18.III.2009 (8 alcohol-preserved specimens): coll. author (Santa Venera, Malta) - reg. no. R.GA723(4), coll. Constantine Mifsud (Rabat, Malta) - reg. no. LF 093a; David P. Cilia leg. 1.VI.2009 (8 shells): coll. National Museum of Natural History (Mdina, Malta) - not reg., coll. Charles Sammut (Rabat, Malta) - reg. no. L80.01, coll. Charles Cachia (Qormi, Malta) – reg. no. M52.

Results

The shell morphology was used to differentiate between *Ferrissia* from the studied location and typical *Ancylus* from other locations. When the two species are viewed from above with the apex pointing towards the right, it can be seen that the apex of *Ancylus* coincides exactly with an imaginary horizontal line bisecting the specimen, resulting in near perfect bilateral symmetry. In shells of *Ferrissia*, the apex lies a small distance above this transect. In *Acroloxus*, which is not considered further here, the apex lies beneath the transect. Shells of *Ferrissia* are very flattened relative to those of *Ancylus*, and the angle of rotation of the protoconch relative to the aperture is less. All specimens of *Ferrissia* observed are of the ancyloid form **(Fig. 1)**.

The present specimens agree very well with illustrations of typical *Ferrissia* from Tryon (1870: pl. 2, figs 17,

Species	Main records
Cecilioides janii (De Betta & Martinati, 1855)	Giusti et al. (1995)
Cernuella (Cernuella) cf. *virgata* (Da Costa, 1778)[1]	Giusti et al. (1995); Mifsud et al. (2003)
Cochlicella barbara (Linnaeus, 1758)	Mifsud et al. (2003)
Discus rotundatus (Müller, 1774)	Thake (1984); Beckmann (1987); Beckmann (1988); Mandahl-Barth (1988); Giusti et al. (1995)
Ferrissia fragilis (Tryon, 1863)	present study
Helix pomatia Linnaeus, 1758	Thake (1970)
Lehmannia valentiana (Férussac, 1822)	Beckmann (2003); Mifsud et al. (2003)
Otala lactea (Müller, 1774)[2]	Mifsud et al. (2003)
Otala punctata (Müller, 1774)	Barbara & Schembri (2008)
Oxychilus helveticus (Blum, 1881)	Mifsud et al. (2003)
Oxyloma elegans (Risso, 1826)	Mifsud et al. (2003)
Physella (Costatella) acuta (Draparnaud, 1805)	Mienis (1987a); Beckmann (1987); Thake & Schembri (1989); Giusti et al. (1995)
Planorbarius corneus (Linnaeus, 1758)	Mifsud et al. (2003)
Planorbella duryi (Wetherby, 1879)	Beckmann (1987); Beckmann (1988); Giusti et al. (1995); Mifsud et al. (2003)
Pomatias elegans (Müller, 1774)	Thake (1973); Beckmann (1987); Mandahl-Barth (1988); Giusti et al. (1995)
Succinea putris (Linnaeus, 1758)	Mifsud et al. (2003)
Trochoidea (Xeroclausa) meda (Porro, 1840)	Beckmann (1987); Mandahl-Barth (1988); Giusti et al., (1995)
Vallonia pulchella (Müller, 1774)[3]	Mienis (1987b); Beckmann (1988); Giusti et al. (1995)

Tab. 1. Alien non-marine mollusc records from the Maltese Islands since 1970. Notes. 1) reintroduced, 2) according to Barbara & Schembri (2008) this may be a misidentification of *Otala punctata* (Müller, 1774); 3) recorded by Mienis (1987b) and Beckmann (1988) as *Vallonia excentrica* Sterki, 1893.

Tab. 1. Molluschi alieni non marini segnalati per le isole maltesi a partire dal 1970. Note: 1) specie reintrodotta; 2) secondo Barbara & Schembri (2008) questa può essere un'erronea identificazione di *Otala punctata* (Müller, 1774); 3) segnalata da Mienis (1987b) and Beckmann (1988) come *Vallonia excentrica* Sterki, 1893.

18 as *Ancylus fragilis*), Glöer & Meier-Brook (1994: p. 64, figs labelled *F. wautieri*), Gittenberger et al. (1998: p. 168, figs 401, 402 as *F. wautieri*), and Walther (2008: p. 44, fig. 2.4; p. 104, fig. 5.6 as *F. fragilis*).

In living specimens, the colour of the shell of *Ferrissia* ranges from pale to bright brown, while the colour of *Ancylus* is invariably a dark greyish-green. The brown colour of *Ferrissia* is dulled considerably following preservation in alcohol, but it still remains a recognizable character. While living, individuals of *Ferrissia* were observed moving extremely slowly along the area perimeters, scraping off the green algae on which they feed. This behaviour is similar to that exhibited by *Ancylus*.

Interestingly, the other freshwater gastropods co-occurring in the studied area are also North American aliens, namely *Planorbella duryi* (Wetherby, 1879) and *Physella* (*Costatella*) *acuta* (Draparnaud, 1805) (Giusti et al., 1995; Mifsud et al., 2002). Both of these belong to the superfamily Planorboidea together with *Ferrissia* (Bouchet & Rocroi, 2005). Until 2005, the only freshwater gastropod observed in the area was *P. acuta* (C. Sammut, pers. comm. VI.2009). Other macrofauna present at the site includes oligochaetes, larvae of odonates and culicid dipterans, ostracods, isopods, and several juveniles of the Siculo-Maltese endemic amphibian *Discoglossus pictus pictus* Camerano, 1884.

Discussion

Until the study based on mitochondrial large subunit ribosomal DNA by Walther et al. (2006a), there was confusion as to what species the European specimens of *Ferrissia* belonged to. Where recorded as *Ferrissia wautieri* (Mirolli, 1960), the mollusc was assumed to be autochthonous to Europe, perhaps in need of further study (Van Der Velde, 1991; Glöer & Meier-Brook, 2002; Spyra, 2008). *Ferrissia clessiniana* (Jickeli, 1882) is a presumed North African species with very close morphological characteristics and genetic relationship to *F. fragilis* (Walther et al., 2006a). Some of the European citations of *F. fragilis* have been attributed to this species (Falkner & Proschwitz, 1995; Strzelec, 2005; Welter-Schultes, 2009). Walther at al. (2006a) proved that all sampled European populations of *Ferrissia* belong to a single species, namely the North American *Ferrissia fragilis* (Tryon,

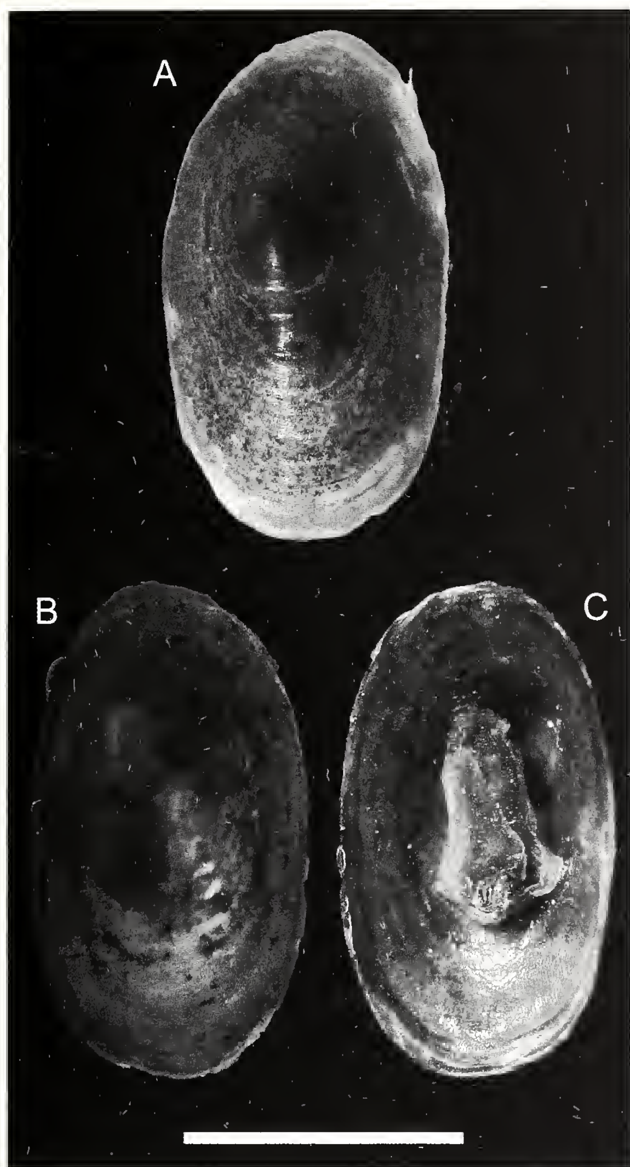


Fig. 1. *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) (Malta, Blata l-Bajda; D. P. Cilia 18.III.2009; coll. D.P. Cilia R.GA723(4)). A. Apical view of one specimen. **B, C.** apical and basal view of a second specimen. Scale bar = 2mm. Photographs by R. La Perna.

Fig. 1. *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) (Malta, Blata l-Bajda; D. P. Cilia 18.III.2009; coll. D.P. Cilia R.GA723(4)). **A.** Veduta apicale di un esemplare. **B, C.** Vedute apicale e basale di un secondo esemplare. Scala = 2 mm. Foto R. La Perna.

1863), in all probability meaning that *F. wautieri* is a junior synonym of *F. fragilis* (Dillon & Herman, 2009; Walther et al., 2006a; Walther et al., 2006b).

The lack of records of *F. fragilis* from 19th century Europe has been attributed to its small size of 2 to 4 mm and ecophenotypic shell plasticity, frequently leading to misidentification. Moreover, its conchological differences from the larger *Acroloxus lacustris* (Linnaeus, 1758) are slight (Walther et al., 2006b), though anatomically the species can be clearly differentiated on account of the aphallic state of *Ferrissia* (Castagnolo et al., 1982). Since the 20th century, however, this species has been recorded all over West and East Europe under synonyms or misidentifications, amongst other places in Italy (Mirolli, 1960; Castagnolo et al., 1982; Baldaccini & Papasogli, 1989; Cianfanelli et al., 2007), the Netherlands (Van Der Velde & Roelofs, 1977; Van Der Velde, 1991; Gittenberger et al., 1998), Sweden (Falkner & Proschwitz, 1995), Albania (Dhora & Welter-Schultes, 1996), Germany (Glöer & Meier-Brook, 2002; Böttger in Walther et al., 2006b; Walther et al., 2006a), England (Brown in Anderson, 2005), Poland (Strzelec, 2005; Spyra, 2008), France (Walther, 2008), Denmark (Walther et al., 2006a), the Czech Republic (Beran & Horsák, 2007), Moldova and Ukraine (Son, 2007), Belarus (Semenchenko & Laenko, 2008), and the Azores (Walther, 2008). Mienis records *F. clessiniana* for Israel (1983) and Syria (2008). Far outside of Europe, *F. fragilis* is an invader of aquatic habitats in Taiwan and the Philippines (Walther et al., 2006a).

In Malta, this snail has been discovered living in considerable numbers inside a reservoir and a connected ditch filled with freshwater, forming part of a formerly enclosed location used for fieldwork by Biology students. This area may be found in an educational institution at Blata l-Bajda, which lies between the towns of Hamrun and Floriana. It is interesting to note that in its first records for Germany, England, and Sweden, *F. fragilis* was found in anthropogenic habitats (Falkner & Proschwitz, 1995; Brown in Anderson, 2005; Böttger in Walther, 2006b). The present finding in a similar habitat, which is in addition highly urbanized, strongly suggests passive introduction by a human agency, perhaps as eggs in soil or hatched on submerged or partly-submerged plants such as *Elodea* sp. or *Cyperus* sp., both of which are firmly established in the studied location. *F. fragilis* is capable of self-fertilization, therefore one individual could have been enough to start a colony (Dillon & Herman, 2009). Through this introduction, the planorbid has subsequently spread out and multiplied throughout the contained area, as evidenced by individuals of varying sizes inhabiting the same patches.

There is still a small possibility that some endemic South European populations of *Ferrissia* may eventually be found to belong to *F. clessiniana* (Walther et al., 2006a), but, since no possibly autochthonous populations of *Ferrissia* were observed at all in several investigated localities around Malta containing naturally occurring freshwater, the Maltese finding is being assigned to *F. fragilis* on account of this species' invasive nature.

Conclusions

Alien species which are strong competitors may root out native species in the communities which they manage to invade. Freshwater habitats are extremely scarce in the Maltese Islands, and are home to a number of vulnerable, presumably autochthonous, species, both molluscan and otherwise. Of the former, it is worthy to mention *Planorbis moquini* Requien, 1848 (cf. Glöer & Zettler, 2009), *Pseudoamnicola moussonii* (Calcara, 1841), *Mercuria* cf. *similis* (Draparnaud, 1805) and two species of *Pisidium*, all of these being from rare to very rare in occurrence (Thake & Schembri, 1989; Schembri, 1992; Giusti et al., 1995). Self-fertilization would mean that

single individuals or eggs transferred to systems where native ecosystems are already established could create problems. Moreover, the species is able to survive a wide range of ecological fluctuations, from temperatures of -10°C (Son, 2007) to drought, which young individuals resist by constructing a calcareous septum (Spyra, 2008), making *F. fragilis* even better adapted to the Maltese climate than the formerly cited indigenous species.

Acknowledgements

The author would like to thank Arie W. Janssen (Xewkija, Gozo), C. Mifsud (Rabat, Malta) and Rafael La Perna (University of Bari, Italy) for valuable criticism and help with literature. C. Sammut (Rabat, Malta) lent material for comparison. An anonymous reviewer is acknowledged for critical comments and suggestions.

References

Anderson R., 2005. An annotated list of the non-marine Mollusca of Britain and Ireland. *Journal of Conchology*, **38** (6): 607-638.

Baldaccini G.N. & Papasogli G.L., 1989. Note sulla malacofauna del territorio Versiliese (Toscana). - I. *Ferrissia wautieri* "complex" (Mirolli) (Mollusca, Pulmonata) nella Macchia Lucchese. *Bollettino Malacologico*, **25** (9-12): 355-359.

Barbara N. & Schembri P.J., 2008. The status of *Otala punctata* (Müller, 1774), a recently established terrestrial gastropod in Malta. *Bollettino Malacologico*, **44** (5-8): 101-107.

Beckmann K.H., 1987. Land und Süßwassermollusken der Maltesischen Inseln. *Heldia*, **1** (Sonderheft): 1-38.

Beckmann K.H., 1988. Einige Anmerkungen zu neu gemeldeten Schnecken von den maltesischen Inseln. *De Kreukel*, **24**: 3-5

Beckmann K.H., 2003. Kurze Mitteilungen - Neunachweis von *Lehmannia valentiana* für die Maltesischen Inseln. *Heldia*, **5** (1/2): 37-40.

Beran L. & Horsák M., 2007. Distribution of the alien freshwater snail *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) (Gastropoda: Planorbidae) in the Czech Republic. *Aquatic Invasions*, **2** (1): 45-54.

Bouchet P. & Rocroi J.-P., 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia*, 47 (1-2): 1-397.

Castagnolo L., Manganelli G. & Giusti F., 1982. *Ferrissia wauticri* (Mirolli) (Mollusca: Pulmonata) nella Val di Farma (Siena-Grosseto: Italia Centrale). *Bollettino Malacologico*, **18** (9-12): 267-284.

Cianfanelli S., Lori E. & Bodon M., 2007. Chapter 5 - Alien freshwater molluscs in Italy and their distribution, in Gherardi F. (ed.), *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. pp. 103-121; Springer, The Netherlands.

Dhora D. & Welter-Schultes F.W., 1996. List of species and atlas of the non-marine molluscs of Albania. *Schriften zur Malakozoologie*, **9**: 90-197.

Dillon R. T. Jr. & Herman J.J., 2009. Genetics, shell morphology and life history of the freshwater pulmonate limpets *Ferrissia rivularis* and *Ferrissia fragilis*. *Journal of Freshwater Ecology*, **24** (2): 261-271.

Falkner G. & Proschwitz T. von, 1995. A record of *Ferrissia (Pettancylus) clessiniana* (Jickeli) in Sweden, with remarks on the identity and distribution of the European *Ferrissia*. *Journal of Conchology*, **36** (3): 39-40.

Gittenberger E., Janssen A.W., Kuijper W.J., Kuiper J.G.J., Meijer T., Velde G. dan der & Vries J.N. de, 1998. *Nederlandse fauna 2 - De Nederlandse zoetwatermollusken – recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water*. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey – Nederland, Leiden., 288 pp.

Giusti F., Manganelli G. & Schembri P.J., 1995. The non-marine molluscs of the Maltese Islands. *Monografie Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino*, **15**: 1-608.

Glöer P. & Meier-Brook C., 1994. *Süsswassermollusken - Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland* [11th edition]. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 136 pp.

Glöer P. & Zettler M.L., 2009. Redescription of *Planorbis moquini* Requien, 1848 (Gastropoda: Planorbidae). *Journal of Conchology*, **39** (6): 727-732.

Mandahl-Barth G., 1988. *The shell-bearing land snails of Malta (A comprehensive field-guide). Including the first English description of a new species of snail to science by Karl Heinz Beckmann*. Mdina, Malta, 64 pp.

Mienis H. K., 1987a. A note concerning *Physa* from Malta. *Levantina*, **69**: 719-722.

Mienis H. K., 1987b. *Lauria cylindracea* and *Vallonia excentrica* two landnails not reported before from Malta. *De Kreukel*, **23**: 137-138.

Mienis H. K., 1983. A preliminary checklist of the freshwater molluscs of Israel and the administered areas. *Levantina*, **47**: 543-550.

Mienis H. K., 2008. *Ferrissia clessiniana* from the oasis of Palmyra, Syria. *Triton*, **17**: 8.

Mifsud C., Sammut P. & Cachia C., 2003. On some alien terrestrial and freshwater gastropods (Mollusca) from Malta. *The Central Mediterranean Naturalist*, 4 (1): 35-40.

Mirolli M., 1960. Morfologia, biologia e posizione sistematica di *Watsonula wautieri*, n.g., n.s. (Basommatophora, Ancylidae). *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, **12**: 121-162.

Schembri P. J., 1992. Diversity and conservation of the non-marine molluscs of the Maltese Islands, in Giusti F. & Manganelli G. (eds), *Abstracts of the Eleventh International Malacological Congress, Siena 1992*. University of Siena: 195-198.

Semenchenko V. & Laenko T., 2008. First record of the invasive North American gastropod *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) from the Pripyat River basin, Belarus. *Aquatic Invasions*, **3** (1): 80-82.

Son M. O., 2007. North American freshwater limpet *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) (Gastropoda: Planorbidae) – a cryptic invader in the Northern Black Sea Region. *Aquatic Invasions*, **2** (1): 55-58.

Spyra A., 2008. The septifer form of *Ferrissia wautieri* (Mirolli, 1960) found for the first time in Poland. *Mollusca*, **26** (1): 95-98.

Strzelec M., 2005. The settlement of anthropogenic waterbodies of Silesia by *Ferrissia clessiniana* (Jickeli). *Malacologica Bohemoslovaca*, **4**: 5–9.

Thake M. A., 1970. Occurrence of *Helix pomatia* in Malta. *The Maltese Naturalist*, **1** (1): 8.

Thake M. A., 1973. On *Pomatias elegans* in Malta. *The Maltese Naturalist*, **1** (4): 7, 32.

Thake M. A., 1984. New records of land snails inhabiting leaf litter from the Maltese Islands (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata). *The Central Mediterranean Naturalist*, **1** (3): 63-65.

Thake M. A. & Schembri P. J., 1989. Mollusca, in Schembri P.

J. & Sultana J. (eds). *Red Data book for the Maltese Islands.* Environment Division, Ministry of Education & Department of Information, Beltissebħ, Malta: 79-89.

Tryon G. W., 1863. Descriptions of new species of fresh water Mollusca, belonging to the families Amnicolidae, Valvatidae and Limnaeidae; inhabiting California. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **15**: 147-150.

Tryon G.W., 1870. *A monograph of the fresh-water univalve Mollusca of the United States (in continuation of Prof. S. S. Haldeman's work, published under the same title).* pp. 1-238; The Conchological Section of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia.

Velde G. van der & Roelofs J.G.M., 1977. *Ferrissia wautieri* (Gastropoda, Basommatophora), nieuw voor Nederland. *Basteria*, **41**: 73-80.

Velde G. van der, 1991. Population dynamics and population structure of *Ferrissia wautieri* (Mirolli, 1960) (Gastropoda, Ancylidae) in a pond near Nijmegen (The Netherlands). *Hydrobiological Bulletin*, **24** (2): 141-144.

Walther A.C., 2008. *A systematic study of North American freshwater limpets (Gastropoda: Hygrophila: Ancylidae).* Ph. D. dissertation, pp. 1-124; University of Michigan. Retrieved 29th April 2009 from http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/61567/1/awalther_1.pdf

Walther A.C., Lee T., Burch J. B. & O´ Foighil D., 2006a. Confirmation that the North American ancylid *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) is a cryptic invader of European and East Asian freshwater ecosystems. *Journal of Molluscan Studies*, **72**: 318-321.

Walther A.C., Lee T., Burch J.B. & O´ Foighil D., 2006b. *Acroloxus lacustris* is not an ancylid: A case of misidentification involving the cryptic invader *Ferrissia fragilis* (Mollusca: Pulmonata: Hygrophila). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **39**: 271–275.

Welter-Schultes F., 2009. *Species summary for* Ferrissia clessiniana. In AnimalBase Project Team, 2005-2009. *AnimalBase - Early zoological literature online*, University of Göttingen. Retrieved 29th April 2009 from http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=3231

Lavoro ricevuto il 1° giugno 2009
Lavoro accettato il 12 ottobre 2009

Boll. Malacol., **45**: 129-135 (2/2009)

Anatomy of *Olivella (Lamprodoma) volutella* (Lamarck, 1811) (Gastropoda, Olividae), a Panamanian Pacific species

Ricardo Silva Absalão* (✉) & Francisco José Garcia Garcia#

* Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, rua São Francisco Xavier 424, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. CEP 20550-900
* Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCS, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. CEP 21941-570.
absalao@hotmail.com
(✉) Corresponding Author

Departamento de Fisiologia y Zoologia, Facultad Biología, Universidad Sevilha, Avda. Reina Mercedes 6, 41080 Sevilla, Spain
Current address: Departamento de Sistemas Fisicos, Quimicos y Naturales, Escuela de Ciências Experimentales, Universidad pablo de Olaride, carretera de Utrera km 1, 41013, Sevilla, Spain
fjgargar@upo.es

Abstract

Olivella (Lamprodoma) volutella (Lamarck, 1811), a common shallow water species from Central America is, by first time, anatomically described based on dissections and drawings at camera lucida. Its most remarkable characters are the presence of a long posterior tentacle of the mantle with a pleated laminar expansion on its proximal end, stomach oval to rectangular with a wide muscle ribbon surrounding it and without internal cuticular coating, a gastric caecum plentiful of sediment, penis cylindrical laterally compressed and without a flagellum, and a strong asymmetry of the central nervous system with left cerebral ganglion substantially larger than the right one.

Riassunto

Viene per la prima volta descritta l'anatomia di *Olivella (Lamprodoma) volutella* (Lamarck, 1811), una specie comune nelle acque basse del Centro America, sulla base di dissezioni e disegni alla camera lucida. I caratteri anatomici più notevoli di questa specie sono la presenza un lungo tentacolo posteriore del mantello, con una espansione laminare all'estremità prossimale, lo stomaco di forma da ovale a rettangolare, circondato da un'ampia fascia muscolare e privo di rivestimento cuticolare, un cieco gastrico pieno di sedimento, il pene cilindrico, compresso lateralmente e privo di flagello, ed una forte asimmetria del sistema nervoso centrale, con il ganglio cerebrale sinistro notevolmente più grande di quello destro.

Parole chiave

Olividae, *Olivella*, anatomy, Central America.

Introduction

The systematic of the family Olividae Latreille, 1825, like that of most other molluscan families, is fundamentally based on shell and to some extent on radular characters. To this day, the taxonomic basis of most genera is essentially the shell, and in *Olivella* is largely based on the work of Olsson (1956), who proposed and/or stabilized most currently accepted subgenera. Anatomical information on the family was first provided by Amaudrut (1896) and Kuttler (1913), although in a scattered manner. Marcus & Marcus (1959) were the first to present a complete anatomical study of a species of the genus *Olivella*, *O. verreauxi* (Duclos, 1857). However, their technique of anatomical reconstruction from serial histological sections led on the one hand to apparent simplification of some systems, and on the other to the revelation of details only perceptible through histology. Following these pioneering studies, only Kantor (1991, 1996) studied the anatomy of *Olivella* in detail, but still in a partial manner, concentrating on the anterior portion of the digestive system. Therefore, there is a profound lack of anatomical information on members of this diverse genus. Still in relation to the family Olividae, Caetano & Absalão (2002) reported for the first time the occurrence of an impossex in a member of the family; and Simone (2003) revised the genus *Benthobia*, basing his study on anatomical data. Most lately, Absalão & Pimenta (2003) proposed the creation of a new subgenus in *Olivella* and described three new species from deep waters off Brazil.

The genus *Olivella* is especially rich in tropical species, being particularly well represented in the Atlantic Ocean (Olsson, 1956), though members of *Olivella* are present in all the oceans of the world. *Olivella* (*Lamprodoma*) *volutella* is one of the best known and most abundant species on the beaches of Central America, occurring from Mexico to Ecuador.

Nothing is known about the anatomy of *Olivella*. Therefore, accepting either the taxonomic proposition of Golikov & Starobogatov (1988) with the recognition of Olivellidae, or the more conservative scheme of Vaught (1989), the generation of anatomical information on the genus *Olivella* is essential for the elucidation of the phy-

logeny of the genus itself, which has over 15 subgenera, as well as to allow its correct positioning in the Muricoidea (Simone, 2000).

Material and methods

The material used in this study was collected by the second author in the mangrove swamp of Santa Cruz, Islã de Coiba, Panama, on February 5th 1995, and was preserved in alcohol (70%). It is deposited in the malacological collection of the Zoology Department, Biology Institute, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil.
The anatomical study of the soft parts was performed after the shells were dissolved in a solution of acetic acid. Prior to this procedure, all of the shells had their total length and width measured. Dissections were made with the use of ophthalmological scissors, fine-tipped tweezers, and entomological pins. Drawings were made with the aid of camera lucida. Ten individuals (six males and four females) were dissected.

Head-foot mass (Fig. 1A, B)

Light grey with white edges. The head is quite reduced; oral flap small and laterally compressed. Rhynchostome a small horizontal slit, located below right oral flap. Foot large, approximately campanulate in shape, strongly compressed dorsoventrally in its lateral parts. Well-developed propodium, in the shape of an upside-down T with all of its borders free, laminar and fringed. Presence of a propodial sulcus separating it from the metapode. Located between the propodial lobes, there is a pedal gland defined by the elevation of the surrounding pedal tissue. Operculum thin, translucent and yellow. Penis cylindrical, laterally compressed, with a very slight decrease in caliber along its length, except near the tip where it tapers strongly, but without forming a flagellum. Vas deferens visibly zigzagging inside the penis. In some specimens, the penis is cylindrical and narrows sharply distally.

Mantle organs (Fig. 1C-E)

Pallial cavity broad, with mantle margin thin and relatively wide, anterior tentacle of the mantle with enlarged base dorsally enveloping the siphon and about 50% longer than it, posterior tentacle of the mantle long, in the shape of an open groove, and bordered by numerous deep indentations. At its proximal end, internally, there is a pleated laminar expansion which, due to its folds, generates the illusion of being several juxtaposed laminar expansions. Siphon of medium length, its distal end tapering, margin smooth, proximal muscular region of the siphon projecting slightly between the osphradium and the gill. Elliptical osphradium reaching about 1/3 of the length of the gill, its axis is only present in its distal half. Gill large, at least 3 times the width of the osphradium and occupying almost half the total area of the pallial cavity, strongly curved in its anterior region. In females, the filaments on the distal _ of the gill extend almost to the anal region. Area between gill and gastric caecum concave, commonly used by males to accommodate the penis. Conspicuous darkened hypobranchial gland; in females it envelops the entire gill, in males it is dorso-distally enlarged and approaches the anal region. In females it is almost inconspicuously extended in its distal portion; anal gland well differentiated from the hypobranchial gland and positioned in the anterior region of the pallial cavity, in front of the anus and below the posterior lobe of the mantle, with the shape of folds projecting into the center of the pallial cavity. At least 1/3 of the area of the pallial cavity is occupied by the gastric caecum, which is positioned dorsally to the gill; externally to its internal face, part of the reproductive system is found, and, dorsally, a long narrow rectum which may have convolutions in its proximal and distal regions; anus small, without anal papilla.

Digestive system (Fig 2A-D)

Hemispherical buccal capsule, slightly wider than long, located in a proboscis to which it is connected by four narrow latero-ventral retractor muscles. There is a pair of narrow protractor muscles, positioned latero-dorsally above the retractor muscles. Esophagus forms a lateral fold, clearly indicating the protraction of the buccal capsule. There are three salivary glands, narrow and convoluted, positioned laterally to the point of union between esophagus and buccal capsule. Delicate odontophore bears medially, in its distal end, a protractor muscle which is inserted in the proboscis. Retractor muscles not observed.
Stomach oval to rectangular, pigmentation extremely dark, with a wide muscle ribbon surrounding it and without internal cuticular coating. Proximal region elongated stomach vestibule and connected to the esophagus, intestine, intestinal caecum, and receives ducts from the digestive gland. Internally the connection with the stomach is partially obstructed on the side of the intestine and gastric caecum by a fold of tissue. The ducts of the digestive gland are short, quickly ramifying and merging into the glandular tissue. Internal wall of the esophagus pleated on its entire surface, although this trait is particularly perceptible in its connection to the stomach vestibule. Intestine narrow, with convolutions of variable length but restricted to its proximal portion. Close to the anus it may once again show a few convolutions, but these are always smaller than those in its proximal portion. It is inserted in the interior of the gastric caecum, which begins in the stomach vestibule. The gastric caecum it is slightly compressed laterally and has a small bump dorsally that precedes its entrance into the pallial cavity. It is full of exogenous mineral granules of similar size. The interior wall of this caecum is completely covered by small pits/scars originating from the lodging of these granules in close contact with the animal's tissue. These pits/scars have the exact shape of the particles they housed, suggesting long-term, if not permanent, contact. The morphology

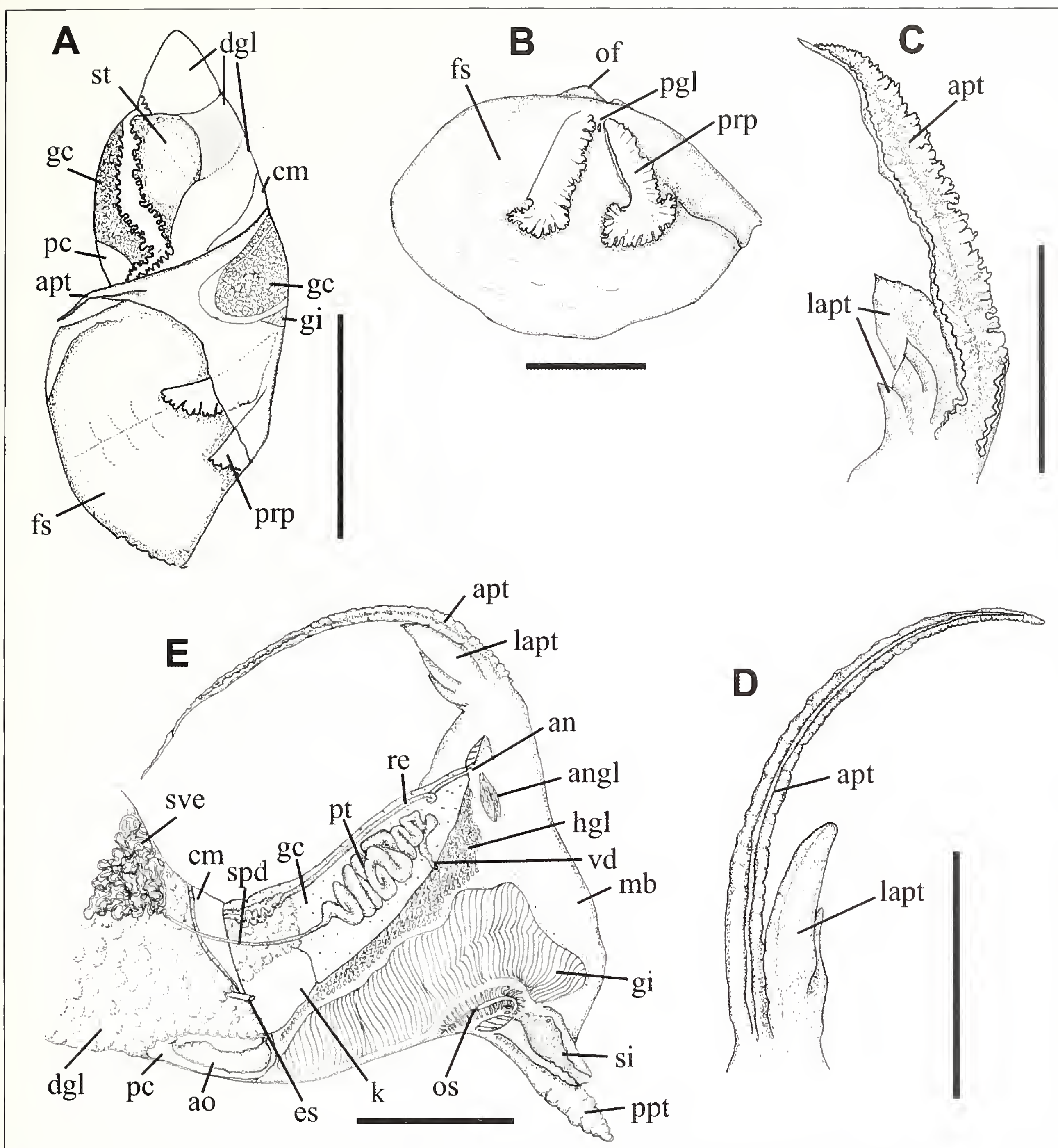


Fig. 1. A. Hole animal; **B.** Foot sole, ventral view; **C.** Posterior palial tentacle, dorsal view; **D.** Posterior palial tentacle, ventral view; **E.** Open palial cavity and anterior region of visceral mass, male, ventral view. Scale bars: A = 5 mm, B-E = 2 mm. Abbreviations: (an) anus, (angl) anal glands, (apt) anterior palial tentacle, (ao) aorta, (cm) columellar muscle, (dgl) digestive gland, (es) esophagus, (fs) foot sole, (gc) gastric caecum, (gi) gill, (hgl) hipobranchial glands, (k) kidney, (lapt) lobes of anterior palial tentacle, (mb) mantle border, (of) oral flap, (os) osphradium, (ppt) posterior palial tentacle, (pc) pericardium, (pgl) pedal glands, (prop) propodia, (pt) prostate, (si) siphon, (spd) spermoduct, (sve) seminal vesicle, (vd) vas deferens.

Fig. 1. A. Intero animale; **B.** Suola, vista ventrale; **C.** Tentacolo palleale posteriore, vista dorsale; **D.** Tentacolo palleale posteriore, vista ventrale; **E.** Cavità palleale aperta e regione anteriore della massa viscerale, maschio, vista ventrale. Scale: A = 5 mm, B-E = 2 mm. Abbreviazioni: (an) ano, (angl) ghiandola anale, (apt) tentacolo palleale anteriore, (ao) aorta, (cm) muscolo columellare, (dgl) ghiandola digestiva, (es) esofago, (fs) suola, (gc) cieco gastrico, (gi) branchia, (hgl) ghiandole ipobranchiali, (k) rene, (lapt) lobi del tentacolo palleale anteriore, (mb) bordo del mantello, (of) lembo orale, (os) osfradio, (ppt) tentacolo palleale posteriore, (pc) pericardio, (pgl) ghiandole del piede, (prop) propodia, (pt) prostata, (si) sifone, (spd) dotto spermatico, (sve) vescicola seminale, (vd) dotto deferente.

of the radula will not be discussed here, but in another report on that specific subject.

Circulatory and excretory systems (Fig. 2E)

Ample pericardium, smaller than the renal cavity. Medium-sized auricle, convex with thick walls, partially adhered to the interior wall of the pericardial cavity which has a cartilaginous texture; large ventricle, trilobate, with thick walls, rounded posteriorly and more acuminate anteriorly (shaped like a bell pepper). Aorta longer than the ventricle and of about the same width, with a slight lateral compression; the external border with some convexities and in contact with the pericar-

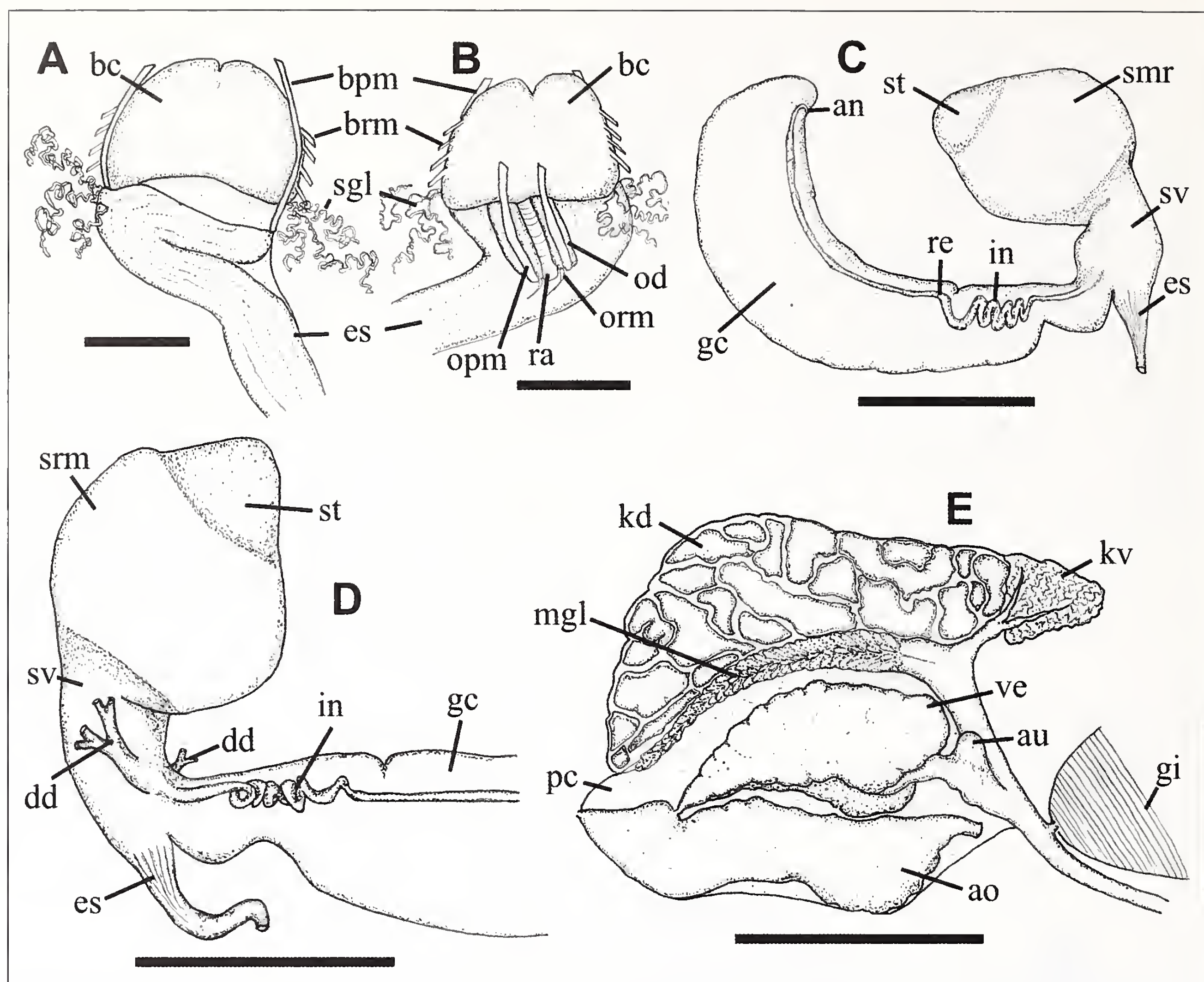


Fig. 2. A. Foregut, dorsal view; **B.** Foregut, ventral view; **C.** Digestive system, dorsal view; **D.** Detail of digestive system, ventral view; **E.** Excretory and circulatory systems, ventral view. Scale bars: A, B = 0.5 mm; C, D = 2 mm; E = 1 mm.

Fig. 2. A. Parte anteriore del tratto digerente, vista dorsale; **B.** Parte anteriore del tratto digerente, vista ventrale; **C.** Apparato digerente, vista dorsale; **D.** Dettaglio dell'apparato digerente, vista ventrale; **E.** Apparato escretorio e circolatorio, vista ventrale. Scale: A, B = 0.5 mm; C, D = 2 mm; E = 1 mm.

dium. Whitish kidney formed by two glandular lobes, adjacent and asymmetrical, presence of supporting tissue of cartilaginous appearance, particularly visible dorso-anteriorly to the pericardium, dorsal lobe four times wider than adjacent anterior lobe, appearing as a long solid mass composed of segments of various sizes, ventral lobe distinctly less voluminous, composed by a structure of narrow branching tubules that drain into two wider branches which are prolonged into the seemingly cartilaginous support of the kidney; nephridial gland narrow, located in an elongated triangular chamber positioned dorsally to the ventricle and formed from the supporting tissue with cartilaginous appearance. The nephridial gland itself is formed by elongated drop-shaped vesicles; renal aperture appears as a narrow longitudinal gap. Intestine runs posterior and dorsally to the external surface of the kidney.

Reproductive system (Fig. 3A-C)

Female (**Fig. 3A**)
Apical gonad, partially pigmented in black externally, oviduct translucent and difficult to see, except in its pallial portion where it connects to the glandular complex, which is positioned dorsally to the pallial complex. From the proximal to the distal end, the glandular complex is composed of internal vesicle, albumen gland, vestibule, seminal receptacle and capsule gland. Genital pore as a vertical cleft in the distal end of the capsule gland. Vestibule positioned ventrally between the seminal receptacle and the albumen gland. Oviduct is usually connected to the glandular complex, approximately in its middle region, right after the vestibule; alternatively it may be connected posteriorly, near the internal vesicle. The direct connection between the vestibule and the internal vesicle suggest that this latter structure can, maybe, act as a fertilization chamber.

Male (**Figs 1E, 3B, C**)
Apical gonad, partially pigmented in black externally, with an imperceptible vas deferens, seminal vesicle triangular and flat, formed by the curling of thin tubules positioned behind the columellar muscle. From these originates a narrow but visible vas deferens that enters

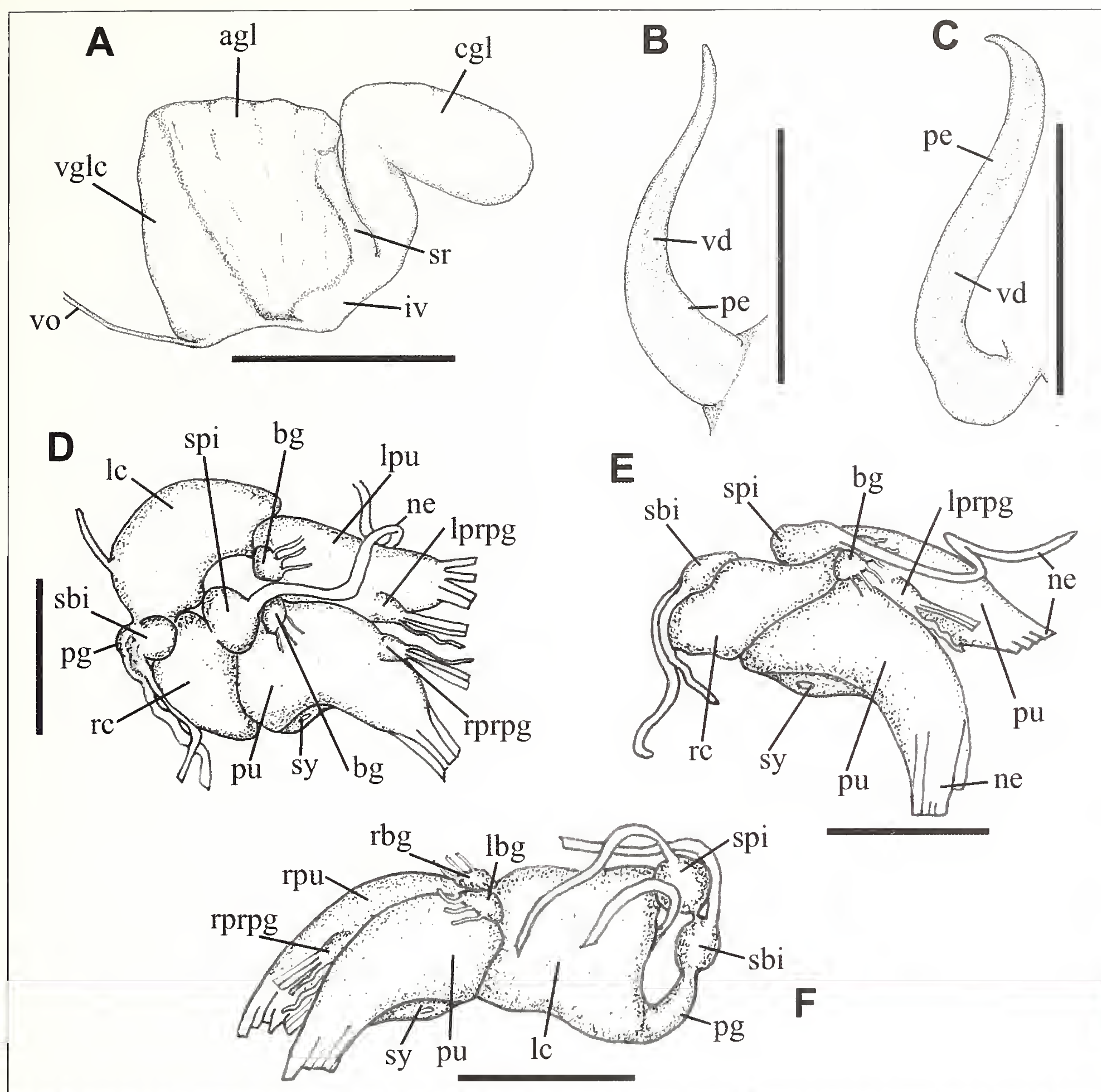


Fig. 3. A. Female pallial reproductive system, ventral view; **B, C.** Male reproductive system, penis; **D.** Central nervous system, dorsal view; **E.** Central nervous system, right lateral view; **F.** Central nervous system, left lateral view. Scale bars: A = 1 mm; B, C = 2 mm; D-F = 0.5 mm. Abbreviations: (agl.) albumen gland, (iv) vestibule, (sr) seminal receptacle, (cgl) capsule gland, (vglc) internal vesicle, (vo) oviduct, (pe) penis. (vd) deferens duct, (pg) parietal ganglion, (rpu) right pedal ganglion, (lbg) left buccal ganglion, (ribg) right buccal ganglion, (rbg) right buccal ganglion, (sbi) subintestinal ganglion, (spi) supraintestinal ganglion, (pu) pedal ganglion), (sy) statocyst, (ne) nerve, (rprpg) right propodial ganglion, (lprpg) left propodial ganglion, (lpu) left pedal ganglion, (bg) buccal ganglion, (rc) right cerebral ganglion, (lc) left cerebral ganglion.

Fig. 3. A. Apparato riproduttivo palleale femminile, vista ventrale; **B, C.** Apparato riproduttivo maschile, pene; **D.** Sistema nervoso centrale, vista dorsale; **E.** Sistema nervoso centrale, vista laterale destra; **F.** Sistema nervoso centrale, vista laterale sinistra. Scale: A = 1 mm; B, C = 2 mm; D-F = 0.5 mm. Abbreviazioni: (agl) ghiandola dell'albume, (iv) vestibolo, (sr) ricettacolo seminale, (cgl) ghiandola della capsula, (vglc) vescicola interna, (vo) ovidotto, (pe) pene, (vd) dotto deferente, (pg) ganglio parietale, (rpu) ganglio destro del piede, (lbg) ganglio buccale sinistro, (rbg) ganglio buccale destro, (sbi) ganglio subintestinale, (spi) ganglio supraintestinale, (pu) ganglio del piede, (sy) statocisti, (ne) nervo, (rprpg) ganglio destro del propodio, (lprpg).

the pallial cavity and will originate the prostate. The latter is positioned dorsally to the pallial complex and consists of a large involuted tube. From its distal end a new segment of the vas deferens originates and penetrates the head-foot mass posteriorly to the cephalic region.

Central nervous system (Fig. 3D-F)

Asymmetrical. Left cerebral ganglion substantially larger than the right one. Supra-intestinal ganglion connected to the right cerebral ganglion by a commissure, subintestinal ganglion connected to the pleural ganglion, which is a prolongation of the left cerebral ganglion to which it is partially fused. Right pleural ganglion not discernible. Each intestinal ganglion originates one large nerve, the largest of which originates from the nerve ring. Pedal ganglia larger than the cerebro-pleural ganglia and positioned almost perpendicularly to them, apparently connected to the cerebral ganglia by a wide commissure. Distal extremity ending in four large nerves. Propodial ganglia partially fused to the pedal

ganglia and positioned in their lower (ventral) half in its internal portion. Each of them originates three nerves, the external ones being larger. Buccal ganglia small, almost triangular, and partially flattened dorso-ventrally, each ganglion originating three nerves, connected to the cerebral ganglia by a thin commissure. Statocyst immersed in a translucent matrix, positioned latero-dorsally to the pedal ganglia.

Discussion

The limited amount of anatomical information on the genus makes it difficult to formulate any kind of comparison. However, even considering information not formally published (Pimenta, 2005), *O. volutella* has a stomach-intestinal caecum (herein named gastric caecum) that is unique among the Olividae. The only species of the genus which had their digestive systems anatomically studied were *O. verreauxi* (Duclos, 1857) [= *O. minuta* (Link, 1807)] and *O. borealis* Golikov, 1967, respectively by Marcus & Marcus (1959) and Kantor (1991); in both cases no similar structure was reported. Examination of the internal wall of this structure reveals that it is covered by scars caused by the prolonged contact of mineral particles with the wall. Similar scars are found in the gizzard of species of the genus *Aplysia* (Marcus & Marcus, 1957); however the walls of the stomach-intestinal caecum are not thickened, and nothing else suggests that it functions as a grinding organ. Unfortunately all of the dissected individuals had their stomachs empty, and therefore no inference could be made concerning the diet of this species. The stomach in *O. verreauxi* and *O. borealis* has an internal cuticular coating, which is absent in *O. volutella*. This structure is usually associated with a strong muscle band surrounding the stomach wall, which would suggest a grinding or mixing action for this organ. However, although the stomach in *O. volutella* has the same external muscular ribbon, it does not have the characteristic internal cuticular coating. This fact, together with the presence of the gastric caecum, makes the exact *modus operandi* of the digestive system a mystery.

Our preliminary observations support the interpretation of the posterior pallial tentacle as a synapomorphy of the clade *Olivella+Oliva+Olivancillaria+Agaronia* (Pimenta, 2005). Its morphology may have taxonomic value at the species level within the genus *Olivella*. Marcus & Marcus (1959) reported this same morphological structure, but represented it in an overly schematic way, which does not permit a valid comparison. Considering that the head is quite reduced and therefore does not have sensory organs, and that even when the animal is entirely retracted inside the shell the pallial tentacle remains exposed to the exterior (though partially protected by the channeled suture), it seems reasonable to suppose that it has a sensory function.

The nervous system, in general terms, is similar to that described by Marcus & Marcus (1959) for *O. verreauxi*; however, there are also several differences. Perhaps the most obvious difference is the asymmetry seen in *O. volutella*, in which the cerebro-pleural ganglia are completely fused and the left ganglia are significantly larger than the right ganglia. In *O. verreauxi*, the ganglia, besides being partially fused, are also equal in size. Marcus & Marcus (1959: pl. 4, fig. 19) clearly showed the innervation of the statocysts from the cerebral ganglia, but in our case this was not observed and the statocysts were in close contact with the pedal ganglia. The number and arrangement of the nerves that originate from the pedal ganglia also help differentiate the two species. While the four nerves originate very close to each other and to the distal region of the pedal ganglia in *O. volutella*, in *O. verreauxi* there are five nerves equidistant from each other and distributed over the entire external surface of the pedal ganglia. The propodial ganglia are fused to the pedal ganglia by an ample base, which suggests a partial fusion between them in both species. However, in *O. volutella* there are three nerves, the internal nerve clearly narrower than the others; on the other hand, in *O. verreauxi*, there are four nerves originating from each propodial ganglion, and the second nerve (from the inside) is substantially larger than the others. Also, there are differences in the buccal ganglia of the two species: in *O. volutella*, besides being dorso-ventrally flattened, each ganglion originates three nerves; in *O. verreauxi* the ganglia are more spherical, and each originates only two nerves. The large commissures represented in the figures of Marcus & Marcus (1959: pl. 4, fig. 19) were impossible to observe in *O. volutella*.

Clear differences were also observed in the reproductive system. For example, the presence of an albumen gland as an external covering to the capsule gland and of an external sac on the capsule gland in the female reproductive system; a simple pallial sperm duct, without convolutions; and the connection between the sperm duct and the pallial cavity in the male reproductive system in *O. verreauxi*; while in *O. volutella* the same structures are, respectively, a compact mass integrating a real glandular complex for the albumen gland, absence of an external sac on the capsule gland, sperm duct with convolutions, formation of a prostate, and absence of communication between the sperm duct and the pallial cavity.

While some of these differences may be attributed to intrinsic traits of each species, and in the future they may be useful in studies of comparative morphology for phylogenetic analysis, it is difficult to distinguish between these differences and those caused by the use of different techniques. Marcus and Marcus (1959) frequently used morphological reconstruction from serial histological sections. In our opinion, this difference in technique may be particularly critical for the discussion of the nervous and reproductive systems. In the future, morpho-anatomical analysis of *O. verreauxi* will resolve many questions, and will contribute to establishing a solid morphological background that will permit the development of an evolutionary hypothesis for the group.

Acknowledgements

This project was partially supported by CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior do Ministério de Educação) from Brazil through a postgraduate fellowships to the first author (RSA).

References

Absalão R.S. & Pimenta A.D., 2003. A new subgenus and three new species of Brazilian deep waters *Olivella* (Mollusca, Gastropoda, Olivellidae) collected by the RV Marion Dufresne in 1987. *Zoosystema* **25** (2): 177-185.

Amaudrut A., 1896. Sur l´appariel salivare des ancillaires. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 21 (10): 123-124.

Caetano C.H.S. & Absalão R.S., 2002. Imposex in *Olivancillaria vesica vesica* (Gmelin) (Gastropoda, Olividae) from a Southeastern Brazilian sandy beach. *Revista Brasileira de Zoologia*, **19** (Supl. 2): 215-218.

Golikov A.N. & Starobogatov Y.I., 1988. Problems of phylogeny and systematics of the prosobranchiate gastropods. *Malacologia*, **15** (1): 185-232.

Kantor Y.I., 1991. On the morphology and relationships of some oliviform gastropods. *Ruthenica*, **1**: 17-52.

Kantor Y.I., 1996. Phylogeny and relationships of Neogastropoda, in Taylor J.D. (ed.), Origin and Evolutionary Radiation of the Mollusca. Oxford, Oxford University Press, 392 pp.

Kütler A., 1913. Die anatomie von *Oliva peruviana* Lamarck. *Zoologische Jahrbuecher*, **Suppl. 13** (Fauna Chilensis, 4): 477-544.

Marcus Ev. & Marcus Er., 1957. Notes on *Aplysia*. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 8 (1-2): 3-22.

Marcus Ev. & Marcus Er., 1959. Studies on Olividae. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, **22**: 99-188.

Olsson A.A., 1956. Studies of the genus *Olivella*. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **108**: 155-225.

Pimenta A.D., 2005. *Morfologia comparada e relacionamento filogenético da família Olividae Latreille, 1825 (Mollusca: Gastropoda: Neogastropoda)*. Ph.D. Thesis, Programa de Pós Graduação em Zoologia, Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 232 pp. (not published).

Simone L.R.L., 2000. *Filogenia das superfamilias de Caenogastropoda (Mollusca) com base em morfologia comparada*. Ph.D. Thesis. Programa de Pós Graduação em Zoologia, Instituto de Biociências, São Paulo, 164pp. (not published).

Simone L.R.L., 2003. Revision of the genus *Benthobia* (Caenogastropoda, Pseudolividae). *Journal of Molluscan Studies*, **69**: 245-262.

Vaught K.C., 1989. *A classification of the Living Mollusca*. American Malacologist Inc. Melbourn, 195 pp.

Lavoro ricevuto 15 marzo 2009
Lavoro accettato 23 ottobre 2009

ppropriatamente disposte nello spazio disponibile, in modo da evitare ampie aree vuote. neette di scala, nere o bianche, possono essere applicate sulle illustrazioni.
e mappe vanno preparate come figure al tratto, semplici e prive di elementi grafici non tili ai fini del lavoro (es.: confini di stato), con le località citate nel testo ben evidenti.
e illustrazioni vanno tenute separate dal testo. La pubblicazione di illustrazioni a colori ovrebbe essere preliminarmente accordata con l'Editore. Gli originali delle illustrazioni anno spediti solo dopo l'accettazione definitiva del manoscritto.

ABELLE

e tabelle vanno composte come files di testo, esattamente alla dimensione di stampa (si eda Illustrazioni), con un carattere *sans-serif* non più piccolo di 8-9 punti. Vanno evitati ordi spessi e griglie eccessivamente pesanti. Le tabelle sono citate nel testo come Tab. s.: Tab. 2, Tabb. 3-6). Le abbreviazioni vanno spiegate in didascalia od in Materiale e etodi. Le tabelle non vanno inserite nel testo, ma salvati come files separati.

DIDASCALIE

Le didascalie vengono riportate in una parte distinta del manoscritto, raggruppate ed in sequenza. Devono comprendere: nome ed autore della specie illustrata, origine del materiale, dimensioni reali (non l'ingrandimento!) e la collocazione (con numero di catalogo, se disponibile). Per i manoscritti in una lingua diversa dall'Inglese, è necessario aggiungere la traduzione in Inglese delle didascalie.

BOZZE ED ESTRATTI

La pubblicazione sul *Bollettino Malacologico* è gratuita. All'Autore corrispondente verranno inviate le bozze, un'unica volta, per via e-mail. Sulle bozze verranno corretti gli errori tipografici e di altro tipo. Cambiamenti più importanti verranno addebitati all'Autore. Le bozze corrette vanno restituite all'Editore nel più breve tempo possibile.
Gli Autori riceveranno 20 estratti gratuiti ed un versione pdf dell'articolo. Ulteriori copie possono essere acquistate.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

DITORIAL POLICY

he *Bollettino Malacologico* is published by the Italian Society of Malacology. Manuscripts n all aspects of malacology are accepted, in one of the following languages: Italian, nglish, French and Spanish. English is strongly recommended.
hree issues per year are published. The publication of monographs and articles longer an thirty printed pages should be preliminarily arranged with the Editor.
anuscripts submitted for publication are considered on the understanding that their ontent is original, not already published or being submitted for publication elsewhere, nd approved by all the co-authors.
anuscript submission should only be made electronically to the Editor-in-Chief (*r.loperna@ eo.uniba.it*), as .doc or .rtf files. Illustrations should be sent as good quality pdf or .jpg files. uthors are requested to apply the present instructions and the rules of the International Code Zoological Nomenclature. Non fulfillment implies rejection of the manuscript by the Editor. anuscripts are peer-reviewed by at least two reviewers. Potential reviewers can be suggested by the authors, but the final choice rests with the Editor.

ANUSCRIPT ORGANIZATION

he first page contains title, author's name, author's mail and e-mail addresses. In case of int-authored manuscripts, the corresponding author should be indicated.
tle should be informative but as brief as possible, in lower-case, boldface. Avoid abbreations. Names of high systematic rank are given in parentheses.
he second page contains an abstract in the same language of the main text. For manuripts in language other than English, a longer English summary is needed. Abstracts ould report, in synthesis, the main results and conclusions of the work, not simply aims d generic statements. The distinctive characters of new taxa can be briefly reported, but ot full descriptions or diagnoses. Avoid references to publications. A list of key words (not ore than six) in the same language of the main text is also included in the second page.
he main text should be organised in distinct parts, typically as follows: Introduction, aterial and methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, lower-case, boldface. In taxonomic works, Results are replaced with Systematics. Second level headings, such as Description, Material examined, Remarks, etc. are typed in wer-case, plain text. Avoid footnotes. Authors are requested to adopt a clear, concise yle. Avoid long sentences. Offending or discriminatory words are forbidden.
l the abbreviations and acronyms used in the text should be explained, preferentially nder Material and methods. Use the standard abbreviations for measure units (e.g. "m", ot "mt." for metre) and the official institutional acronyms.
alicize the names of genera, subgenera, species and subspecies but not those of higher xa. When first mentioned, species and genus names should include authority and year publication. Abbreviation of genus names is allowed but taking care to avoid confusion nong different genera with the same initial.
alic should be also used for quotations in the original language (within quotation marks), different from the manuscript language.
he new taxa must be mentioned for the first time when they are described, except for the ostract. Latin can be optionally used for the taxonomic ranks (e.g. Familia or Family). Diagnoses (optional) and descriptions must be given in telegraphic style, whenever possible. ynonymies should include only the main references, useful to assess the species identity .g. based on material examined and well documented records).

xample of systematic hierarchy and synonymy:
amily Cardiidae Lamarck, 1809
ubfamily Cardiinae Lamarck, 1809

enus *Acanthocardia* Gray, 1853
ype species *Cardium aculeotum* Linne, 1758)

ardium indicum Lamarck, 1819
ig. 1A-D, Fig. 2C)

ardium hians Brocchi, 1814: p. 508, pl. 13, fig. 6 (non Spengler, 1799).
ardium indicum Lamarck, 1819: p. 4
ardium (Cardium) indicum Lamarck – Fischer-Piette, 1977: p. 112, pl. 10, fig. 4 (type)

BLIOGRAPHIC CITATIONS AND REFERENCES

l the publications to which reference is made in the text, including synonymies (but not uthors of homonyms), must appear in the final reference list, alphabetically ordered.
tles of journals and books in non-Latin alphabets should be transliterated, while paper titles should be translated into English. A note indicating the original language, such as "[in Russian]" should be added.
A careful cross-check between bibliographic citation in the text and reference list should be made before submitting the manuscript.

Example of citations.
... reported by Richardson & Smith (1965)
... as known in literature (Ross et al., 1993; Rosenberg, 1995, 1997; Michelini & Andriani, 2000)
... the original illustration (Torwald, 1879: p. 56, pl. 2, fig. 5)

Example of references.
Salas C., 1996. Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, **25**: 33-100.
G[illegible] B. & Zu[illegible] M., 2001. Modern shallow- to deep water bivalve death assemblages in the Red Sea – ecology and biogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **168**: 75-96.
Bo[illegible]s K.J., 1982. Mollusca, in Parker S.P. (ed.), *Synopsis and Classification of Living Organisms*. Vol. 1. McGrow-Hill, New York: 945-1166.
Carter J.G., Campbell D.C. & Campbell M.R. 2000. Cladistic perspectives on early bivalve evolution, in Harper E.M., Taylor J.D. & Crame J.A. (eds), The Evolutionary Biology of the Bivalvia. *Geological Society, London, Special Publications*, **177**: 47-95.
Vokes H.E., 1980. *Genera of the Bivalvia. a systematic and bibliographic catalogue (revised and update)*. Paleontological Research Institution, Ithaca, Edwards Brothers Inc., 307 pp.

ILLUSTRATIONS

Illustrations must be of high quality, in electronic format (tiff), with a resolution not lower than 400 dpi for photographs and 600 dpi for drawings and graphics. They must be prepared exactly at the printing size, single column (8.4 cm) or double column (17.2 cm). The maximum printing size is 17.2 x 26.5 cm. The size of each illustration should be carefully and wisely chosen, based on complexity and quantity of images, for avoiding scientifically useless and aesthetically poor results, as well as waste of printing space.
All illustrations are numbered as figures in a single series with Arabic numerals, in the same order as cited in the text. In composite illustrations, lettering of component images should be made with a *sans-serif* font, such as Helvetica or Arial, using capital letters 3-5 mm in height. Labels and abbreviations should be in lower-case letters.
Illustrations should be referred to in the text as Fig. or Figs (not Figs.), whereas figures in another work are referred to as fig. or figs, as in the example: Fig. 3, Fig. 6A-F, Fig. 5A, 7B, Figs 3, 5.
Images, mounted on black or white background, should be adequately sized, neither smaller than 4-5 cm, nor excessively large. They should be properly distributed in the available space, avoiding wide, empty spaces. White or black scale bars can be applied on illustrations.
Maps should be given as line figures, as simple as possible, with the localities cited in the text clearly indicated.
Illustrations are kept separate from the text. The publication of colour illustrations should be preliminarily arranged with the Editor. Originals should only be sent following final acceptance.

TABLES

Tables should be composed as text files, exactly at printing size (see under Illustrations), using a *sans-serif* font not smaller than 8-9 pts. Avoid thick borders and heavy grids. They are referred to in the text as Tab. (e.g. Tab. 2, Tabs 3-6, not Tabs.). Abbreviations are explained in the captions or under Material and methods. Tables are kept as separate files, not embedded in the text.

CAPTIONS

Captions are reported in a distinct section of the manuscript, grouped together in sequence. They must include: name and authority of the species, origin of the material, real size (not magnification!) and repository (with catalogue number if available). For manuscripts in language other than English, an English version of captions must be added.

PROOFS AND REPRINTS

Publication on the *Bollettino Malacologico* is free of charge.
One set of proofs will be sent to the corresponding author by e-mail, for the correction of inadvertent mistakes and printer's errors. More extensive alterations will be charged to the author. Corrections should be returned to the Editor as soon as possible.
Contributors will receive 20 free reprints and a pdf version of the article. Additional reprints may be purchased.



Indice

Direttore responsabile: Paolo Crovato
e-mail: paolo.crovato@fastwebnet.it

Coordinamento produzione: Prismi srl, Napoli
Fotocomposizione: Grafica Elettronica srl, Napoli
Stampa: Arti Grafiche Solimene srl, Napoli
Finito di stampare il 30 novembre 2009

ISSN 0394-7149

bollettino malacologico

international journal of malacology

XLV 2009

supplemento 8

Contributi alla teutologia mediterranea - In memoria di Vinicio Biagi

Contributions to Mediterranean teuthology - In memory of Vinicio Biagi

Ed. Giambattista Bello, Sigurd v. Boletzky, Rafael La Perna



Autorizzazione del Tribunale di Milano
n. 479 del 15 ottobre 1983
Poste Italiane - spedizione in a.p. - 70%
Direzione Commerciale - Napoli
novembre 2009 spedizione n. 3/2009

Abbreviazione - Abbreviation: Boll. Malacol.

CITATO NEI: Zoological Record, A.S.F.A. (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) e Thomson Scientific Publications (Biosis Previews, Biological Abstracts).

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

LINEA EDITORIALE

Il *Bollettino Malacologico* è pubblicato dalla Società Italiana di Malacologia. Sono accettati manoscritti su tutti gli aspetti della malacologia, che siano scritti in una delle seguenti lingue: Italiano, Inglese, Francese e Spagnolo. L'uso dell'Inglese è vivamente raccomandato.
Vengono pubblicati tre numeri per anno. La pubblicazione di monografie ed articoli più lunghi di trenta pagine andrebbe preventivamente accordata con l'Editore.
I manoscritti sottoposti per la pubblicazione si intendono essere inediti, non sottoposti contemporaneamente ad altre riviste, ed approvati da tutti gli eventuali co-autori.
La presentazione dei manoscritti avviene esclusivamente per via elettronica, all'indirizzo del Direttore Scientifico (*r.laperna@geo.uniba.it*), come files .doc o .rtf. Le illustrazioni possono essere fornite come files .pdf o .jpg di buona qualità.
Gli Autori sono tenuti ad applicare le seguenti istruzioni e le regole del Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica, pena il rifiuto del manoscritto da parte dell'Editore.
I manoscritti sono soggetti a *peer-review* da parte di almeno due referee. Gli Autori possono suggerire dei referee potenziali, ma la scelta resta ad insindacabile giudizio dell'Editore.

ORGANIZZAZIONE DEL MANOSCRITTO

La prima pagina del manoscritto riporta il titolo, il nome e l'indirizzo dell'autore/i, completo di indirizzo elettronico. In caso di lavoro svolto da più autori è necessario indicare l'autore corrispondente, con cui l'Editore manterrà i contatti.
Il titolo deve essere informativo, ma il più possibile breve, scritto in minuscolo, grassetto. Vanno evitate abbreviazioni. I nomi di rango sistematico elevato vanno riportati tra parentesi.
La seconda pagina contiene un riassunto nella stessa lingua del testo principale. Per i manoscritti in lingua diversa dall'Inglese occorre un *abstract* più esteso del riassunto. I riassunti devono riportare, in sintesi, i principali risultati del lavoro e le conclusioni, non semplicemente gli scopi o frasi generiche. I caratteri distintivi dei nuovi taxa possono essere brevemente riportati, ma non descrizioni o diagnosi estese. Si evitino riferimenti bibliografici. Dopo i riassunti, va riportato un elenco di parole chiave (non più di sei), nella stessa lingua del testo principale.
Il testo principale del manoscritto va organizzato in parti distinte, tipicamente le seguenti: Introduzione, Materiale e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti, Bibliografia, in minuscolo, grassetto. In lavori di tipo tassonomico, la parte relativa alla sistematica va intitolata Sistematica (in genere sostituisce Risultati). Titoli di secondo ordine, quali Descrizione, Materiale esaminato, Osservazioni, ecc. sono scritti in testo normale, minuscolo. Si evitino le note a piè di pagina. Gli Autori sono tenuti ad adottare uno stile chiaro e conciso, evitando frasi eccessivamente lunghe. È vietato l'uso di termini offensivi o discriminatori.
Tutte le abbreviazioni e gli acronimi usati nel testo devono essere spiegati, possibilmente in Materiale e metodi. Si usino le abbreviazioni formalizzate per le unità di misura (es.: "m", non "mt" per metro) e gli acronimi ufficiali per le istituzioni.
I soli nomi di generi, sottogeneri, specie e sottospecie vanno scritti in corsivo, non quelli dei taxa di rango più elevato. Alla loro prima citazione, i nomi delle specie e quelli dei generi devono comprendere il nome dell'autore e l'anno di pubblicazione. È possibile abbreviare i nomi dei generi, facendo attenzione a che non si crei confusione con generi diversi citati nel testo con la stessa iniziale.
Il corsivo va usato anche per riportare citazioni nella lingua originale (tra virgolette), se diversa da quella del manoscritto.
I nuovi taxa devono essere citati per la prima volta quando vengono descritti, ad eccezione del sommario. La ... può essere usato per indicare i livelli tassonomici (es.: Familia o Famiglia). Le diagnosi (facoltative) e le descrizioni vanno redatte in stile telegrafico, quando possibile.
L'elenco dei sinonimi dovrebbe comprendere solo i riferimenti principali, utili a garantire l'identità della specie trattata (per es.: quelli relativi a materiale esaminato dall'Autore o altrimenti ben documentati in letteratura).

Esempio di gerarchia sistematica e sinonimia:
Family Cardiidae Lamarck, 1809
Subfamily Cardiinae Lamarck, 1809
Genus *Acanthocardia* Gray, 1853
(type species *Cardium aculeatum* Linne, 1758)

Cardium indicum Lamarck, 1819
(Fig. 1A-D, Fig. 2C)

Cardium hians Brocchi, 1814: p. 508, tav. 13, fig. 6 (non Spengler, 1799).
Cardium indicum Lamarck, 1819: p. 4.
Cardium (Cardium) indicum Lamarck - Fischer-Piette, 1977: p. 112, tav. 10, fig. 4 (tipo).

CITAZIONI E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Tutte le pubblicazioni alle quali si fa riferimento nel testo, incluse le sinonimie (ma non gli autori di omonimi), devono comparire nell'elenco bibliografico finale, in ordine alfabetico.
Titoli di riviste e di libri in alfabeti diversi da quello Latino vanno traslitterati, mentre i titoli vanno tradotti in Inglese, aggiungendo una nota che indichi la lingua originale, come per esempio "[in Russo]".
È importante eseguire un attento controllo incrociato fra citazioni bibliografiche nel testo ed elenco bibliografico, prima di sottoporre il manoscritto.

Esempi di citazioni:
... riportato da Richardson & Smith (1965)
... come noto in letteratura (Ross et al., 1993; Rosenberg, 1995, 1997; Michelini & Andriani, 2000)
... l'illustrazione originale (Torwald, 1879: p. 56, tav. 2, fig. 5).

Esempi di bibliografia:
Salas C., 1996. Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, **25**: 33-100.
Grill B. & Zuschin M., 2001. Modern shallow- to deep-water bivalve death assemblages in the Red Sea - ecology and biogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **168**: 75-96.
Boss K.J., 1982. Mollusca, in Parker S.P. (ed.), *Synopsis and Classification of Living Organisms*. Vol. 1. McGrow-Hill, New York: 945-1166.
Carter J.G., Campbell D.C. & Campbell M.R. 2000. Cladistic perspectives on early bivalve evolution, in Harper E.M., Taylor J.D. & Crame J.A. (eds), The Evolutionary Biology of the Bivalvia. *Geological Society, London, Special Publications*, **177**: 47-95.
Vokes H.E., 1980. *Genera of the Bivalvia: a systematic and bibliographic catalogue (revised and update)*. Paleontological Research Institution, Ithaca, Edwards Brothers Inc., 307 pp.

ILLUSTRAZIONI

Le illustrazioni devono essere di alta qualità, in formato elettronico (.tiff), con una risoluzione non più bassa di 400 dpi per le fotografie e di 600 dpi per i disegni ed i grafici. Vanno preparate alle esatte dimensioni di stampa, in formato colonna singola (8,4 cm) o colonna doppia (17,2 cm). L'area di stampa massima è 17,2 × 26,5 cm. La dimensione delle illustrazioni va scelta con attenzione e buon senso, sulla base della complessità e quantità delle immagini contenute, al fine di ovviare a risultati scientificamente poco utili ed esteticamente poveri, oltre allo spreco di spazio di stampa.
Tutte le illustrazioni sono numerate progressivamente, in un'unica serie, con numeri arabi, nello stesso ordine in cui sono citate nel testo. Nelle illustrazioni composite, le singole immagini vanno indicate con lettere maiuscole, di altezza pari a 3-5 mm, usando un carattere *sans-serif*, quale Helvetica od Arial. Indicazioni ed abbreviazioni sulle illustrazioni vanno in minuscolo.
Le illustrazioni vanno citate nel testo come figure, usando le abbreviazioni Fig. e Figg., come nell'esempio: Fig. 3, Fig. 6A-F, Fig. 5A, 7B, Figg. 3, 5. Le illustrazioni in altri lavori vanno citati come fig. o figg.
Le immagini, montate su fondo nero o bianco, devono avere dimensioni adeguate ad un'agevole lettura, non più piccole di 4-5 cm, né eccessivamente grandi. Devono essere

Prefazione

Questo numero speciale del *Bollettino Malacologico* è dedicato alla memoria di Vinicio Biagi, membro attivo della *Società Italiana di Malacologia* e teutologo per diletto, che ha contribuito a colmare il divario fra la ricerca professionale e quella amatoriale sui cefalopodi. È opportuno sottolineare, pertanto, che gli articoli qui pubblicati sono stati prodotti sia da ricercatori professionisti che dilettanti, in consonanza con lo spirito operativo di Vinicio. Tutti questi autori hanno aderito prontamente alla produzione di un volume per onorare Vinicio, un uomo che ha contribuito al progresso della teutologia in un periodo di scarsa attenzione, in Italia, a questa branca della malacologia.

Questo numero contiene 16 lavori regolarmente valutati secondo le procedure di accettazione del *Bollettino Malacologico.* Gli articoli possono essere idealmente raggruppati in cinque sezioni.

La prima, aderente all'approccio di Vinicio alla teutologia, comprende le segnalazioni di cefalopodi rari, quali *Octopoteuthis sicula, Tremoctopus gracilis, Opisthoteuthis calypso* e una grossa femmina di *Histioteuthis bonnellii*, nonché le osservazioni *in situ* di cordoni ovigeri di *Loligo forbesii* e di un nidamento di *Thysanoteuthis rhombus*, oggetto dell'ultimo lavoro scritto da Vinicio (in collaborazione con G. Bello), solo pochi mesi prima di venire a mancare.

Il successivo articolo, connesso al tema dei ritrovamenti di uova di cefalopodi, è un originale lavoro di metodologia sul trattamento di uova ed embrioni raccolti nell'ambiente, che, ancora una volta, è rivolto sia a teutologi professionisti che amatori.

La sezione sulla teutogeografia include tre lavori che aggiornano le conoscenze relative, rispettivamente, al Mare di Catalogna, al Mar di Levante e all'Adriatico centro-settentrionale. Un quarto lavoro riporta i risultati di una ricerca sui cefalopodi "larvali" (cioè stadi giovanili precoci) raccolti nel corso di una crociera scientifica in tutto il Mediterraneo. Nell'ultimo articolo viene discussa la peculiare distribuzione mediterranea di *Bathypolypus sponsalis*, ottopode di acque profonde.

Due lavori trattano di aspetti comparativi delle strategie riproduttive dei cefalopodi. Il primo dei due riguarda il genere *Sepietta*; l'altro prende in considerazione gli effetti della distribuzione geografica sulla biologia riproduttiva tanto di cefalopodi quanto di pesci ossei.

L'ultima sezione accoglie due articoli relativi ad aspetti alieutici, rispettivamente sulla distribuzione di *Illex coindetii* ed *Eledone moschata* e sullo stato complessivo dei cefalopodi commerciali in Italia.

Foreword

This special issue of Bollettino Malacologico *is dedicated to the memory of the late Vinicio Biagi, an active member of the* Società Italiana di Malacologia *(Italian Malacological Society) and an amateur teuthologist who helped in bridging the gap between the professional and amateur cephalopod research. Thus it is worth mentioning that the papers included in this issue are by professional and by amateur scientists: this fact just adheres to Vinicio's spirit. All these people promptly agreed to take part into the volume to honour Vinicio, a man that contributed to the advancement of teuthology in a period of oblivion of this malacological branch in Italy.*

This issue contains 16 papers which were subjected to and evaluated by the standard procedure for acceptance of Bollettino Malacologico. *They may be ideally grouped into five sections.*

The first one, fitting Vinicio's approach to teuthology, includes records of rare cephalopods – Octopoteuthis sicula, Tremoctopus gracilis, Opisthoteuthis calypso, *and a large female* Histioteuthis bonnellii, *– and observations in situ of egg masses of* Loligo forbesii, *and* Thysanoteuthis rhombus. *The latter is the subject of the very last paper written by Vinicio (together with G. Bello), just few months before passing away.*

Related to findings of cephalopod eggs there is an original methodology paper about the treatment of collected eggs and embryos that, again, refers to both professional and amateur teuthologists.

The section on teuthogeography contains three papers that update the knowledge about the Catalan Sea, the Levant Sea, and the Central-North Adriatic Sea, respectively. A fourth paper reports the results of a survey on "larval", i.e. early juvenile, cephalopods collected during an oceanographic cruise throughout the Mediterranean. Another one discusses the intriguing distribution in the Mediterranean of the deep octopus Bathypolypus sponsalis.

Two papers deal with comparative aspects of cephalopod reproductive strategies. The first one concerns the genus Sepietta; *the other one surveys how geographical distribution affects the reproductive biology of both cephalopods and bony fishes.*

The last section accommodates two fishery-related papers, pertaining to the distribution of Illex coindetii *and* Eledone moschata *and the overall status of commercial cephalopods in Italy, respectively.*

The Società Italiana di Malacologia *is deeply acknowledged for agreeing promptly and enthusiastically to the project to dedicate a special issue of* Bollettino Malacologico *to the memory of Vinicio Biagi. Special thanks are*

Si ringrazia di cuore la *Società Italiana di Malacologia* per la pronta ed entusiastica adesione al progetto di dedicare un numero speciale del *Bollettino Malacologico* alla memoria di Vinicio Biagi. Un ringraziamento speciale è dovuto a Paolo Crovato, Editore Tecnico della rivista, per la notevole disponibilità e per l'atteggiamento comprensivo nei vari stadi del processo di pubblicazione. Infine, ma non di meno, esprimiamo gratitudine verso i referee, che cortesemente si sono fatti carico della revisione dei manoscritti, e verso Denise Milizia per la revisione della lingua inglese di diversi articoli.
Concludiamo chiedendo scusa a tutti gli Autori che hanno fornito un contributo a questa realizzazione per il suo considerevole ritardo, causato pure da motivi indipendenti dalla nostra volontà. Ci piace pensare che, comunque, Vinicio ne sarà contento.

Giambattista Bello, Rafael La Perna

addressed to Paolo Crovato, Technical Editor of the Journal, for his sympathetic attitude during the various stages of the publication processes. Last but not least, we express our gratitude to the referees, who kindly undertook the task of reviewing the manuscripts, and to Denise Milizia for reviewing the English language of several papers.
We must apologize to all the Authors who contributed to this volume for the long time elapsed, due to several reasons, some of which beyond our control. We like to think, anyway, that Vinicio will appreciate it.

Giambattista Bello, Rafael La Perna

In onore di Vinicio Biagi (1936-2004)

La zoologia, in generale, zoologia marina inclusa, ha sempre tratto profitto dalle attività dei ricercatori per diletto, perlopiù interessati a determinati gruppi di animali. La malacologia ne costituisce un brillante esempio, almeno per quanto riguarda i molluschi conchigliati; infatti, molti collezionisti di conchiglie hanno fornito un importante contributo alla conoscenza di gasteropodi, bivalvi, scafopodi e poliplacofori. Se paragonati ai molluschi dotati di guscio, i cefalopodi coleodei sono in massima parte così evidentemente privi di conchiglia da attirare di rado l'attenzione dei collezionisti – gli ossi di seppia sono indubbiamente interessanti, ma troppo fragili per soddisfare il collezionista di conchiglie medio! Un serio collezionista di cefalopodi ha da concentrarsi sui tessuti molli dell'animale; deve, in altre parole, vedersela con quella "parte sporca" che la maggioranza dei collezionisti butta via. Per diventare un collezionista di cefalopodi esperto, sono necessarie solide competenze zoologiche di base.

Vinicio Biagi era farmacista e naturalista marino dilettante. L'amore per il mare e per le sue creature, nonché per i pescatori che sul mare si guadagnano da vivere, l'aveva spinto a osservare e studiare attivamente la vita nel mare, i prodotti della pesca commerciale, le tradizioni di pesca e quant'altro connesso. A testimonianza di tale attività, ci sono 25 articoli scientifici, sei libri e decine di articoli pubblicati in riviste di pesca sportiva.

La preparazione scientifica del farmacista aveva consentito a Vinicio di divenire una sorta di zoologo. Le sue pubblicazione nell'ambito della biologia marina riflettono sia la cultura scientifica, sia il fondamentale entusiasmo del naturalista da campo. Il settore preferito di Vinicio era la malacologia – è stato per lungo tempo membro della *Società Italiana di Malacologia* – e, soprattutto, la teutologia; una metà della produzione scientifica (13 articoli e un libro) è, infatti, dedicata alla classe Cephalopoda. Grazie alla sua vicinanza al mare e all'attenzione prestata ai relativi accadimenti, una gran parte dei risultati da lui pubblicati concerne avvenimenti occasionali di spiaggiamenti (**3, 5**) e catture (**1, 2, 4, 8, 9**). Percorrendo la costa dopo le tempeste, riusciva a raccogliere animali spiaggiati di fresco, talora anche esemplari pressoché vivi di specie rare come *Argonauta argo, Ommastrephes bartramii, Thysanoteuthis rhombus* e *Tremoctopus violaceus*. Questo metodo di "caccia" ai cefalopodi eventualmente disponibili gli consentiva di eludere gli svantaggi derivanti dalla raccolta tardiva degli esemplari, come invece accade alle persone munite di scarse conoscenze sulla conservazione di materiali biologici delicati. Molte delle fotografie a colori da lui scattate su cefalopodi ancora vivi

In honour of Vinicio Biagi (1936-2004)

Zoology in general, hence also marine zoology, has always taken advantage of the activities of amateur researchers – e.g., those familiar with a special group of animals. Malacology is a brilliant example, at least as far as conchifer molluscs are concerned; indeed, many shell collectors have made important contributions to the knowledge of gastropods, bivalves, scaphopods, and polyplacophorans.

Compared to shelled molluscs, most coleoid cephalopods appear so utterly "shell-less" that they rarely attract the attention of shell collectors – cuttlebones are certainly interesting, but too frail to make an average shell collector happy! To be a serious cephalopod collector, one has to focus on the soft parts of the animal, in other words one has to cope with the "messy parts" that most shell collectors would throw away. To become a competent cephalopod collector requires a great deal of zoological background knowledge.

Vinicio Biagi was a pharmacist and an amateur marine naturalist. His love for the sea and its creatures, as well as for the fishermen who earn their living at sea, led him to actively observe and study marine life, commercial fishery catches, fishing traditions and the like. Testimony to such an activity are found in his 25 scientific papers, six books, and dozens of articles published in sport fishing popular magazines.

As a pharmacist, Vinicio had the scientific background enabling him to become a quasi professional zoologist. His publications in marine biology reflect both his scientific culture and the basic enthusiasm of a field naturalist. Vinicio's favourite field was malacology – he was a long-standing member of the Società Italiana di Malacologia *– and mainly teuthology; in fact half of his scientific production (13 papers and one book) is devoted to the class Cephalopoda. Because of his closeness to the sea and his attention to "what's going on" there, most of his published results focused on occasional occurrences of strandings (**3, 5**) and captures (**1, 2, 4, 8, 9**). Through beach collecting after storms he found whole animals cast ashore – sometimes rare specimens such as live* Argonauta argo, Ommastrephes bartramii, Thysanoteuthis rhombus, Tremoctopus violaceus. *This way of "targeting" the cephalopods that might turn up allowed him to avoid all the pitfalls of delayed recovery of specimens (e.g., by people knowing little or nothing about conservation of fragile material). Most of his colour photographs showing live or freshly discovered dead specimens give an almost life-like impression of the animals. Subsequent operations of fixation and preservation were always done with great care – an essential starting condition for later curatorial work.*

A peculiar source of information was the correspondence he

o morti da poco documentano in modo essenziale la loro apparenza *in vivo*. Così, pure le successive operazioni di fissazione e conservazione, eseguite con diligenza, risultavano essenziali per le ulteriori procedure curatoriali.
La corrispondenza da lui intrattenuta, in qualità di redattore di una rubrica della rivista *Pesca in mare*, con pescatori diportisti che gli inviavano notizie e fotografie di animali insoliti o di loro parti, costituiva una fonte particolare di informazioni. Due articoli scientifici di Vinicio, infatti, si basano su eventi registrati in foto: l'unica segnalazione per il Mediterraneo di un enorme esemplare di *Megalocranchia* sp. (**13**) e il ritrovamento di un nidamento di *Thysanoteuthis rhombus* (**14**; pubblicato postumo in questo numero speciale). È opportuno sottolineare che, senza l'intermediazione di Vinicio fra il mondo profano e quello scientifico, le informazioni di questo tipo si sarebbero perse.
Vinicio, comunque, aveva partecipato anche a ricerche regolari, come la revisione della collezione di cefalopodi Targioni-Tozzetti conservata presso *La Specola* (Museo di Zoologia dell'Università di Firenze) (**7**), la definizione della distribuzione dei cefalopodi nel Tirreno settentrionale (**6**) e le osservazioni sulle migrazioni verticali dei sepiolidi (**10**). I risultati di una ricerca a lungo termine sulla storia e il folclore della pesca tradizionale dei cefalopodi sono confluiti nella pubblicazione di un articolo (**11**) e di un libro originale (**12**).
Uno sguardo alla carriera trentennale di ricercatore per diletto di Vinicio consente di apprezzare la trasformazione progressiva da raccoglitore di conchiglie e cefalopodi a raccoglitore e divulgatore di informazioni.
L'esame della produzione scientifica e parascientifica di Vinicio, tuttavia, non ci racconta l'intera storia dell'attività teutologica di quest'uomo. Vinicio era un attento ed entusiasta comunicatore, un arguto toscano) che convogliava la scienza ai profani mediante un italiano ricco e fortemente tinto di ironia, come possiamo notare nelle pagine di riviste divulgative, agendo in Italia, un Paese dove la cultura scientifica è ritenuta inferiore a quella artistica e letteraria; un Paese dove la divulgazione di argomenti scientifici è troppo spesso fatta da giornalisti ignoranti delle scienze. Grazie alla sua umanità era capace di comunicare con gli altri uomini, fossero essi rappresentanti del mondo accademico o della gente comune. Aveva così costruito una rete attraverso cui fluivano le informazioni teutologiche, beneficiando al contempo il ricercatore e il profano. Vinicio, inoltre, ha rappresentato un punto di riferimento per giovani aspiranti teutologi italiani, in un periodo in cui virtualmente nessun ricercatore italiano lavorava sulla sistematica, sull'ecologia e sulla distribuzione dei cefalopodi. Tanto le pubblicazioni scientifiche quanto la sua attività evidenziano come Vinicio fosse particolarmente interessato ai cefalopodi mediterranei. È, pertanto, piuttosto confacente che un volume da dedicare alla sua memoria abbia per oggetto la teutofauna del Mediterraneo e incoraggi gli interessati a tale tematica a seguire l'esempio di Vinicio. Siamo grati alla Società Italiana di Malacologia per l'ospitalità concessa a questo numero dedicatorio del *Bollettino Malacologico*.

had, as the associate editor of a section in the popular magazine Pesca in mare, *with sport fishermen who sent him news and photographs of unusual animals or parts of them. Two of Vinicio's papers are based on events recorded by photos, such as the unique Mediterranean occurrence of a very large specimen of* Megalocranchia *sp. (**13**), and the finding of an egg mass of* Thysanoteuthis rhombus *(**14**; published posthumously in this special issue). It is worth noting that without Vinicio's intervention between the lay and the scientific world, this sort of information would have been lost.*
However, Vinicio also took part in regular research. Thus he contributed to the revision of the Targioni-Tozzetti's cephalopod collection in La Specola *– the Zoology Museum of Florence University – (**7**), the definition of the cephalopod distribution in the northern Tyrrhenian Sea (**6**), and observations on sepiolid vertical migrations (**10**).*
*Results of his long-time research on traditional cephalopod fishery, its history and folklore, led to the publication of a paper (**11**) and an original book (**12**).*
Looking back at the thirty years of Vinicio's amateur-scientist career, one realizes his gradual transformation from a shell and cephalopod collector to an information collector and disseminator.
Indeed the examination of Vinicio's scientific and para-scientific literature does not tell the whole story of this man's teuthological activity. He was a communicator a witty Tuscan who used a rich irony-hued Italian language to convey science to lay people – for instance through the pages of popular magazines in Italy, a country, where the scientific culture is deemed a minor one compared to art and literature; a country where the popularization of scientific matters is too often led by journalists ignorant of science. Thanks to his humanity Vinicio was capable of communicating to his fellows men, whether they were members of the academic world or common people. In this way he built up a network through which pieces of teuthological information flowed for the benefit of both the scientist and the layperson. Moreover, Vinicio represented the reference point for a few young Italian would-be-teuthologists at a time when virtually no Italian scientist was working on the systematics, ecology and distribution of cephalopods.
It appears from both his papers and his activity that Vinicio was particularly interested in the Mediterranean teuthofauna. It is therefore befitting for a volume dedicated to his memory to focus attention on the cephalopod fauna of the Mediterranean, and to encourage people interested in the subject to follow Vinicio's example. We are very grateful to the Società Italiana di Malacologia for hosting this memorial issue of the Bollettino Malacologico.

GIAMBATTISTA BELLO, SIGURD V. BOLETZKY

Pubblicazioni teutologiche di Vinicio Biagi
Vinicio Biagi's cephalopod papers

1. Biagi V., 1978. Sul rinvenimento e la cattura di un esemplare vivente di *Argonauta argo* L. femmina nel Golfo di Baratti (Piombino) e osservazioni sull'animale vivente in acquario. *Conchiglie*, **14**: 119-134.
2. Biagi V., 1980. Sul rinvenimento e la cattura di un esemplare vivente di *Ocytoe tuberculata* (Raf.) femmina (Cephalopoda-Octopoda) nelle acque del Canale di Piombino. *Bollettino Malacologico*, **16**: 41-52.
3. Biagi V., 1981. Su uno spiaggiamento di cefalopodi (Ottopodi) verificatosi sul litorale di Piombino nel corso della grande "Tempesta africana" del dicembre 1979. *Bollettino Malacologico*, **17**: 165-176.
4. Biagi V., 1982. Sul rinvenimento di un giovane esemplare di *Thysanoteuthis rhombus* Troschel (Cephalopoda-Teuthoidea) in acque elbane. *Bollettino Malacologico*, **18**: 137-144.
5. Biagi V., 1984. Spiaggiamenti di cefalopodi sulla costa livornese. *Quaderni del Museo di Storia Naturale*, Livorno, **5**: 99-115.
6. Belcari P., Biagi F., Biagi V., De Ranieri S., Mori M. & Pellegrini D., 1986. Observations about cephalopods distribution in the northern Tyrrhenian Sea. *Rapports et procès-verbaux des réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **30** (2): 246.
7. Borri M., Mannini P., Volpi C. & Biagi V., 1988. Cephalopod molluscs from the Mediterranean in the Adolfo Targioni Tozzetti collection. *Oebalia*, **14**: 21-32.
8. Biagi V., 1990. Cattura di un grande esemplare di *Ommastrephes bartramii* (Les.) (Cephalopoda Teuthoidea) nel Canale di Corsica. *Bollettino Malacologico*, **26**: 125-130.
9. Biagi V. & Bertozzi A., 1992. Presenza stagionale di *Tremoctopus violaceus* Delle Chiaje, 1830 (Cephalopoda Octopoda) nel Mare di Piombino (LI). *Bollettino Malacologico*, **28**: 47-54.
10. Bello G. & Biagi V., 1995. How benthic are sepiolids? *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, n. spéc. **16**: 57-61.
11. Biagi V., 1997. *Tecniche artigianali e attrezzi impegnati nella pesca dei Cefalopodi nel mare di Piombino dal 1900 ai giorni nostri*. Stamperia comunale, Piombino, 5 pp.
12. Biagi V., 1997. Polpi, seppie, e totani nel mare di Piombino e dell'Isola d'Elba. Editore Bandecchi e Vivaldi, Pontedera, 131 pp.
13. Bello G. & V. Biagi, 1999 - A large cranchiid squid (Cephalopoda: Teuthoidea) caught in the Mediterranean Sea. *Bollettino Malacologico*, **34**: 69-70.
14. Biagi V. & G. Bello, 2009. Occurrence of an egg mass of *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda: Teuthida) in the Straits of Messina (Italy), *locus typicus* of the species. *Bollettino Malacologico*, **45** (suppl.): 35-38.

In memoriam
Vinicio Biagi (1936-2004)

Vinicio Biagi nacque a Campiglia Marittima. Laureato in farmacia ha svolto la sua attività a Venturina nella farmacia di sua proprietà.
Grande appassionato di studi classici, la profonda conoscenza dei classici greci e latini e soprattutto di Dante (sapeva a memoria quasi tutta la Divina Commedia), ha sempre caratterizzato il suo modo di esprimersi pieno di colta aneddotica e citazioni.
Oltre che membro della Società Italiana di Biologia Marina, era membro della Società Italiana di Malacologia dalla sua costituzione e della Società Italiana di Scienze Naturali.
Collaborava dalla metà degli anni '70 col Gruppo Malacologico Livornese e numerose sono le sue pubblicazioni sui "Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno".
Giornalista Pubblicista dal 1987, aveva svolto una intensa attività divulgativa con alcune riviste del settore scientifico naturalistico, aveva collaborato per molti anni con la rivista "Pesca in mare".
Moltissimi sono i suoi articoli apparsi sul quotidiano "Il Tirreno" ogni qualvolta fosse richiesta la sua consulenza su un fatto di cronaca locale riguardante la pesca o avvistamenti di specie marine poco note.
Per la sua grande conoscenza della lingua italiana aveva redatto, la voce "Rete da pesca" per l'Istituto dell'Enciclopedia Treccani.
Numerosi i suoi scritti ed a Lui si deve una grande messe di pubblicazioni su segnalazioni di specie di Cefalopodi dell'areale marino toscano.
Collaboratore con numerosi biologi marini italiani ed esteri che molto apprezzavano il suo lavoro, non poco ha contribuito allo sviluppo dell'interesse per la ricerca teutologica in Italia. Questa passione comune ci legava e, nello sviluppo di tale interesse, trovavo in Vinicio un sicuro e sempre disponibile punto di riferimento.
Mi piace qui parlare di Lui come lo ricordo, allegro, fantasioso, talvolta scanzonato, ma sempre se stesso, di Lui voglio tracciare il "ritratto in piedi" di un grande naturalista poeta.



In memoriam
Vinicio Biagi (1936-2004)

Vinicio Biagi was born in Campiglia Marittima (Tuscany). He graduated in Pharmacy and carried on his profession in Venturina (province of Livorno) in his own pharmacy.
A most passionate devotee of classical antiquity studies, his deep knowledge of Greek and Latin classical literature and, above all, Dante – he knew by heart most of the Divina Commedia *– characterized at all times his verbal expression, rich in aphorisms and quotations.*
He had been a member of some scientific societies for many years: Società Italiana di Malacologia *(Italian Malacological Society) shortly after its creation,* Società Italiana di Biologia Marina *(Italian Society of Marine Biology),* Società Italiana di Scienze Naturali *(Italian Society of Natural Sciences). He had taken part in the* Gruppo Malacologico Livornese *(Leghorn Malacological Group) since the middle of the '70s and published several papers in the* Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno.
As a pubblicista *(a free-lance member of the press) since 1987 he worked intensely in popularazing marine science in nature magazines. He also cooperated for many years to the sport fishing magazine* Pesca in Mare *and wrote very many articles for the daily newspaper* Il Tirreno *every time some notable event happened in the local fishery as well as in the marine environment, such as the occurrence of unusual creatures.*
Because of his deep knowledge of the Italian language he set up the entry Rete da pesca *(Fishing net) for the* Istituto dell'Enciclopedia Treccani *(the official Italian Encyclopaedia). Many pieces are his own writing. They include several papers on records of Tuscany district cephalopods.*
He collaborated with several Italian and foreign marine biologists who much appreciated his work and contributed to a great extent to increase the awareness of teuthological research in Italy. In developing such a passion, that both of us shared, I found in Vinicio a definite and always welcoming reference point.
I would like to talk about Vinicio Biagi the way I remember him: good-humoured, fanciful, unconventional at times, but always very much himself; I will draw an upstanding portrait of Him as a great poet-naturalist.

"Vorrei poter vedere un giorno anche grandi entomologi professionisti incontrare i dilettanti per cercare farfalle correndo insieme di fiore in fiore" così esordì a Livorno Vinicio alla presentazione del libro "I Cefalopodi delle coste e dell'Arcipelago toscano" e affascinò la platea di esperti e dilettanti con questa immagine così lontana ancora dal poter essere realizzata.
Profondo conoscitore dell'areale marino toscano sapeva coniugare al rigore scientifico un sapere pratico e coinvolgente, vantandosi di quel dilettantismo dotto, di ricercatore alla base, come diceva Lui *"di chiara ispirazione aristotelica"* che solo poteva risolvere *"la dicotomia tra chi vive da dilettante esperienze di ricerca e chi di quelle ricerche vive a livello di impegno professionale e didattico"*.
Eppure Vinicio era sincero quando riteneva che fosse importante eliminare quella discrasia che divide ancora le due categorie: gli esperti e i dilettanti che sono unite dallo stesso entusiasmo.
Ma Vinicio Biagi, oltre che essere un naturalista esperto era un poeta attratto dai sentimenti e così affascinava l'ascoltatore come quando raccontava di *"aver visto un giorno nelle calme acque dell'Isola d'Elba galleggiare un grande cuore colorato dorato, ruvido e pulsante"* ne fu attratto: era l'Ocythoe tubercolata *"una creatura di cui favoleggiavano i vecchi pescatori, come di un polpo che si cibava di ricci i cui aculei finivano con l'infilarsi sotto pelle"*.
Ancora il farmacista naturalista e poeta amava raccontare di un bimbo che *"vide qualcosa come un grande scialle di seta viola galleggiare leggero tra le trasparenti acque del Golfo di Baratti. Mi chiamò e mi disse: guarda, un polpo con la gonna!"* e Lui sapeva bene che quel polpo era il *Tremoctopus violaceus*.
Ma a Lui piaceva circondare di fantasia, di magia tutto quel mondo subacqueo di cui conosceva bene tutti gli aspetti scientifici, ma che senza la fantasia e il sogno potevano sembrare aridi. Ecco la grande passione scientifica di Vinicio che diventa poesia, fantasia, arte. Basta ricordare l'affascinante oratoria con cui concludeva una sua relazione descrivendo l'emozione all'apparire improvviso di un cefalopodo ad un subacqueo: *"perché quel che ci ha sempre attirato è quel momento di misteriosa aristocratica bellezza con cui il cefalopodo si presenta a noi da una dimensione sconosciuta"*.
Vinicio ha dedicato tantissimo del suo tempo libero ad intervistare quei vecchi del posto che avessero qualche ricordo delle loro attività giovanili. Da qui sono nati i suoi libri sui pescatori del pesce azzurro, sulla pesca del tonno, sui vari attrezzi da pesca, piccoli e grandi che ha raccolti in una interessante collezione.
Proprio per questi suoi interessi, ha collaborato spesso con la Soprintendenza Archivistica della Toscana e si è interessato alla vita del "Padule di Ripigliano", un'area paludosa oggi scomparsa che si estendeva tra Piombino e Follonica ed allo sfruttamento delle sue risorse, come la raccolta di erbe e la pesca che vi si svolgeva.
Adesso ci mancheranno le sue ricerche ed i suoi ritrovamenti, ma ci mancheranno soprattutto la sua amicizia e i suoi racconti di una vita vissuta sul mare, tra la gente di mare, di cui era diventato la memoria storica.

Domenico Capua

"One day I would like to see great professional entomologists meet amateurs and, running together from flower to flower, look for butterflies." This way Vinicio, in Leghorn, started his presentation of the book I Cefalopodi delle coste e dell'Arcipelago toscano, *and captured the public of both experts and amateurs by this image, still so far from becoming reality.*
Profoundly knowledgeable about the Tuscan sea, he was able to bring together the concrete and involving knowledge of the marine environment and the scientific precision. He used to boast off the learned amateurism of his basic condition of science investigator, "of evident Aristotelian inspiration" as he defined himself. According to him, such a learned amateurism was the only way to solve "the dichotomy between the one who experiences scientific investigations as an amateur and the one who carries on such investigations as a professional and educational task." Indeed Vinicio was sincere in considering essential the elimination of the dyscrasia that still keeps apart the categories of experts and amateurs, though they are joined by the same enthusiasm.
Besides being an experienced naturalist, Vinicio Biagi was also a poet moved by feelings and thus used to fascinate the listener by telling stories such as that of the "colourful, golden, coarse-surfaced, and pulsating large heart afloat in the still waters of the Elba Island" that attracted him. It was an individual of Ocythoe tuberculata *"a creature which old fishermen marvelled at as an octopus feeding on sea urchins whose spines ended stuck under its skin."*
Also the naturalist- and poet-pharmacist used to enjoy telling of a child who "saw something like a large violet silk shawl lightly floating in the transparent waters of the Gulf of Baratti [Tyrrhenian Sea]. He called me and told me: look, an octopus with a skirt!" Vinicio knew well that that octopus was a specimen of Tremoctopus violaceus.
He liked to surround the whole underwater world with imagination and magic, although he knew well of its scientific aspects, but which might look dull without imagination and dream. It is here that Vinicio's great scientific passion becomes poetry, fancy, art. Let us just recall the fascinating eloquence, at the end of a communication, in describing the emotion experienced by a diver when a cephalopod suddenly appears: "... since what always attracts us is that moment of mysterious aristocratical beauty which the cephalopod comes into our sight from an unknown dimension."
Vinicio dedicated so much of his spare time in interviewing old fishermen of his area who held memories of activities of their youth. Whence originated his books on bluefish fishermen, tuna fishery, various fishing gear, small and large, that he had gathered into an interesting collection.
Thanks to these interests, he often collaborated with the Soprintendenza Archivistica della Toscana *(the Archive Superintendency of Tuscany) and became interested in the life of the* Padule di Rimigliano, *a swampy area between Piombino and Follonica (which no longer exists), and to the management of its resources, such as harvesting of grasses and fishing.*
We shall miss his investigations and his discoveries. Most of all we shall miss his friendship and his tales about his life on the sea, among people of the sea for whom he had become the curator of their historical memory.

Domenico Capua

On a beached specimen of *Octopoteuthis sicula* (Cephalopoda: Octopoteuthidae) in the Strait of Messina

Alberto Villari (✉)* & Giovanni Ammendolia#

* Via Villa Contino 30, 98124 Messina, Italy, villaria@tiscali.it, (✉) Corresponding Author

Via C. Pompea 3, Complesso la Sicilianella, 98124 Messina, Italy

Abstract

In the spring 2005 an alive specimen of *Octopoteuthis sicula* Rüppell, 1844 was found beached at Punta Faro (Strait of Messina, Mediterranean Sea). Description and photographs of this specimen, together with information on the taxon, are reported in this paper.

Riassunto

Nella primavera 2005 si rinveniva spiaggiato vivente un cefalopode ascrivibile per le sue peculiari caratteristiche al genere *Octopoteuthis* Rüppell, 1844. Dalle caratteristiche morfologiche, che rispecchiavano perfettamente la descrizione originale della specie, e a seguito della comparazione con le specie congeneri illustrate in letteratura, si classificava l'individuo come *Octopoteuthis sicula* Rüppell, 1844. Si forniscono alcune notizie sul taxon, una descrizione e foto dell'esemplare.

Key words

Cephalopoda, *Octopoteuthis sicula*, Mediterranean, Strait of Messina, washed ashore.

Introduction

The Strait of Messina has been known since Homeric times for its powerful tidal currents which alternatively flow southwards and northwards. The latter causes an upwelling of deep waters, which carries bathyal organisms towards the surface and traps them between the water eddies caused by the current. Under particular meteomarine conditions, as when the *scirocco*, a south-easterly wind, blows, these organisms are dragged and beached along the north coast of Messina, east side of the Strait. This phenomenon is well known to the scientific community. Mazzarelli (1909) published a systematic study of the species living in deep waters and beached in the Strait of Messina. Cephalopods of the Strait have been dealt with by Berdar et al. (1983), with an exhaustive historical and bibliographical review. The finding of a specimen of *Octopoteuthis sicula* Rüppell, 1844 (Teuthida: Octopoteuthidae) stranded on the Sicilian coast of the Strait is documented in the paper by Berdar et al. (1983).

The *Octopoteuthis* genus is characterised by the absence of tentacles in subadults and adults; the tentacles are present in the juvenile stages and are gradually lost during the ontogenetic development.

The taxonomic history of this species is controversial and, in our opinion, not yet completely clarified. We believe that much of the taxonomic confusion and identification discrepancies results from the fact that the original description of *O. sicula* is reported in a letter, written in Italian and sent by Rüppell to Cocco in 1844. In the same year this letter, containing the description of the relevant species, was submitted for publication to the scientific magazine *Giornale del Gabinetto Letterario di Messina*, previously named *Il Maurolico*, published in Messina. This magazine had a brief life and was almost unknown to the contemporary naturalists. According to Rüppell (1844), the actual discoverer of this new cephalopod species was Krohn, a zoologist also operating in Messina. Krohn (1845) ascribed this species to the genus *Octopodoteuthis* [sic!] Rüppell, 1844, but later he transferred it to his newly established genus *Veranya* (Krohn, 1847). Such a taxonomic error became repeated in all subsequent literature until Roper et al. (1969) corrected it. Verany (1851) contains a description of this species, whereas the magazine name is wrongly quoted, viz. *Giornale di Gabinetto di Messina* [sic!]; also the publication date is wrongly cited. Most subsequent authors knew this species thanks to Verany's work and therefore their references to the original Rüppell's paper contain the wrong magazine name and/or publication date – e.g. Jatta (1896) in his description of a specimen kept in the Zoological Station in Naples erroneously mentioned the year 1845 as the species publication date. In order to avoid such discrepancies, Ficalbi (1899) re-published Rüppell's full original article with an interesting foreword.

Pfeffer (1912) considered two forms of *O. sicula*: a Mediterranean one and an Atlantic one; he did not mention the presence of any photophores. Grimpe (1922) reported two subspecies, namely *Octopodoteuthis sicula mediterranea*, and *Octopodoteuthis sicula atlantica*, without any valid description; therefore these *taxa* were considered *nomina nuda*. Naef (1923) summarised the available information on this species and described it exhaustively, however maintaining its nomenclatural status unchanged.

Roper et al. (1969) in their illustrated key of the Cephalopoda families put a definitive firm point on the taxonomy of the species.

Young (1972) and Young et al. (1999) consider *O. sicula* a valid species but mention the presence of photophores on the mantle of oceanic specimens, which indeed *O.*



Fig. 1. *Octopoteuthis sicula*, ML = 30 mm. **A**. dorsal view. **B**. Ventral view.

Fig. 1. *Octopoteuthis sicula*, ML = 30 mm. **A**. Vista dorsale. **B**. Vista ventrale.

sicula does not possess. Such a fact casts some doubts on their diagnoses.

Material and methods

The violent south-easterly wind (the *scirocco*) and following calms that characterized the last days of March and the beginning of April 2005 caused the beaching of many bathypelagic species of different phyla along the Sicilian coast of the Strait of Messina. Among them, the specimen dealt with herein was found still alive on the 22 April 2005, two days before full moon, on the beach of Capo Faro (12 km North of Messina), with calm sea and wind and a northward current.

The squid was photographed after death, before fixation in 5% formalin. The fixation caused the rapid loss of the specimen's natural colours, and this strengthens the importance of the images in the present paper. The sample is kept in the junior author's private collection.

Results

The specimen's total length is 92 mm, mantle length 30 mm, and fin width 48 mm (**Fig. 1**). The animal body has a delicate consistency; it is gelatinous, but not flabby, hyaline and pinkish-white coloured. The mantle is fairly separate from the head and provided with wide rhomboidal fins, whose tissues are firmer than the mantle. The fins have rounded edges and are attached to the mantle without discontinuity, corresponding to type "C" fin attachment of Young et al. (1999). The fins stretch in length more than two thirds of the mantle length. The mantle is conical in profile, fairly bulgy in the central part and ends with a point that extends a little beyond the fins; it is transparent so that internal organs may be seen through it. The head is round and its sides are almost completely occupied by the large oculars bulbs. The round and globular eyes display an iridescent, dark violet colour. The small cutaneous prolongation mentioned by Rüppell (1844) is just detectable. The eight arms have two rows of small hooks, covered by a muscular hood and with intense-red cromatophores on the tip. No interbrachial membrane is present. All arms have the same profile; the dorsal and ventral ones are shorter than the other four, the brachial formula is: II = III > I = IV. The buccal opening is notably large and surrounded by a membrane. The siphon is conical and slightly projecting from the mantle. The whole squid body, except the fins, is covered by very evident red-brownish cromatophores.

The Capo Faro specimen's morphological characteristics perfectly fit the original description of *Octopoteuthis sicula*. In addition, the descriptions of other *Octopoteuthis*

species available in the literature allowed us to ascribe our squid to *O. sicula*.
We report hereafter Rüppell's (1844) original description: *"Essa ha sotto l'orbita un piccolo prolungamento cutaneo carneo, trenta paja di uncinetti in serie alternate sopra ciascun tentacolo. Il colore dell'animale vivente è roseo-jalino, l'estremità dei tentacoli son rosse intense. Nell'animale moribondo i cromofori producono sopra tutta la superfice molte macchiette rosso-giallastre. La lunghezza totale del corpo e de' tentacoli è di due pollici e mezzo, e la massima larghezza trasversale della natatoia è di quindici linee."* Translation: "[The squid] has a small cutaneous prolongation below the orbit, thirty pairs of small hooks in alternate series, along each arm. The colour of the living animal is pinkish-hyaline, the arm tips are intensely red. In the dying animal the chromatophores produce over the whole body many red-yellowish spots. The total length of the body and arms is two and a half inches and the maximum transversal width of the fins is fifteen lines". One line is 1/16 of an inch and thus is equivalent to 1.60 mm in the Decimal Metric System. One inch is equivalent to 25.4 mm. Therefore, the overall length of Rüppell's specimen was 63.5 mm.

Discussion

As reported in Results, the overall somatic characteristics of our specimen perfectly fit the original description of *Octopoteuthis sicula*, the only species of this genus reported in the Mediterranean Sea (Bello, 1986 and 2003). On the contrary, the specimen does not show the photophores indicated by Young (1972) and Young et al. (1999) for the Atlantic specimens of the same putative species. Hence we tend to believe that the species *Octopoteuthis* sp. A of Young (1972), deemed a synonym of *O. sicula* by this author, belongs indeed to another species.
Following the old findings reported by Rüppell (1844), Krohn (1845), and Pfeffer (1912), the finding of a juvenile specimen was reported in the Strait of Messina by Berdar et al. (1983). *Octopoteuthis sicula* has been collected in the Sicily Channel at 630-680 m depth (Jereb & Ragonese, 1990). To our knowledge, the last finding in Mediterranean Sea is that reported by D'Onghia et al. (1996) for the Calabrian coast of the Ionian Sea. Clarke (1966) in his synopsis provides a list of the captures up to 1966 and confirms the need to clarify the genus status.
Most Mediterranean records of this cephalopod refer either to juveniles or incomplete specimens, i.e. lacking some anatomical parts, because of the fragility of the tissues. The present finding is particularly interesting because it allowed the observation of the complete morphology as well as the colour of a living animal. Other photographs and updated information are found in Young et al. (1999).

Acknowledgements

We thank Dr. Giambattista Bello for his advice and for the critical reading of this manuscript, Dr. Adriana Giunta, director of the Archivio Storico of Messina, for her kindness and patience during our bibliographic research.

References

Bello G., 1986. Catalogo dei Cefalopodi viventi in Mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, **22**: 197-214.
Bello G., 2003. The biogeography of Mediterranean cephalopods. *Biogeographia*, **24**: 209-226.
Berdar A., Potoschi A., Cavallaro G., Cavaliere A. & Li Greci F., 1983. Su alcuni Cefalopodi spiaggiati e pescati nello Stretto di Messina. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia* N.S., **13** (2): 115-127.
Clarke M.R. 1966. A review of the systematics and ecology of oceanic squids. *Advances in Marine Biology*, **4**: 91-300.
D'Onghia G., Maiorano P. & Panetta P., 1996. *Octopoteuthis sicula* (Rüppell, 1844) and *Brachioteuthis riisei* (Steenstrup, 1882) (Cephalopoda: Teuthoidea) from the North-Western Ionian Sea. *Bollettino Malacologico*, **31**: 137-142.
Ficalbi E., 1899. Una pubblicazione poco conosciuta di Rüppel intitolata: "Intorno ad alcuni Cefalopodi del mare di Messina (Messina, 1844)". *Monitore Zoologico Italiano*, **X**, 3.
Grimpe G., 1922. Systematische Übersicht der europäischen Cephalopoden. *Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig*, **45**: 36-52.
Jatta G., 1896. I Cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli. *Fauna und Flora des Golf von Neapel*, **23**: 1-268, 31 plts.
Jereb P. & Ragonese S., 1990. Sui Cefalopodi di scarso interesse commerciale nel Canale di Sicilia. *Oebalia*, **16** (suppl. 1): 741-744.
Krohn A., 1845. Ueber einen neuen cephalopoden (Octopodoteuthis). *Archiv für Naturgeschichte*, **11**: 47-49.
Krohn A., 1847. Nachtrage zu den Aufsatzen uber Tiedemannia, Octopodoteuthis und Alciopa. *Archiv für Naturgeschichte*, **13**: 36-40.
Mazzarelli G., 1909. Gli animali abissali e le correnti sottomarine dello Stretto di Messina. *Rivista Mensile di Pesca e Idrobiologia*, **11**: 177-218.
Naef A., 1923. Die Cephalopoden. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, **35**, 1 (I): 1-863.
Pfeffer G. 1912. Die Cephalopoden der Plankton-Expedition. Zugleich eine Monographische Übersicht der Oegopsiden Cephalopoden. *Ergebniss der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung*, **2**:1-815.
Roper C.F.E., Young R.E. & Voss G.L., 1969. An illustrated key to the Families of the order Teuthoidea (Cephalopoda). *Smithsonian Contributions to Zoology*, **13**: 1-32, 16 plts.
Rüppell E., 1844. Intorno ad alcuni cefalopodi del mare di Messina. Lettera del Dr. Eduardo Ruppell di Frankfurt sul Meno al Prof. Anastasio Cocco. *Giornale del Gabinetto Letterario di Messina*, **5** (27-28): 129-135.
Verany J.B., 1851. Céphalopodes de la Méditerranée. Mollusques Méditerranéennes observés, décrits, figurés et chromolithographés après le vivant ouvrage dédie a SM le Roi Charles Albert, **1**: 1-132, 41 plates.
Young R.E., 1972. The systematics and areal distribution of pelagic cephalopods from the seas off Southern California. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **97**: 1-159.
Young R.E., Vecchione M. & Mangold K.M., 1999. Web site: http://tolweb.org/tree?group=Cephalopoda=Octopoteuthis&contgroup=Octopoteuthidae#localnav.

Lavoro ricevuto il 2 febbraio 2006
Lavoro accettato il 20 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 13-16 (suppl. 2009)

Notes about colour displays observed in female specimens of *Tremoctopus* (Cephalopoda: Octopoda) and their taxonomic value

Lidia Orsi Relini

Dip.Te.Ris., Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Università di Genova Corso Europa 26, 16132 Genova, Italy, largepel@unige.it

Abstract

The dorsal arms of egg carrying females of *Tremoctopus* spp. are characterized by autotomic properties finalized to the protection of the mass of embryos. In case of danger, distal segments of the arms with their large lateral web are detached; mimicking the presence of eggs, the web exhibits different patterns in *Tremoctopus violaceus* and in *Tremoctopus gracilis*. Such patterns may be used to distinguish the two species, in the same way as morphological characteristics of the hectocotylized arm of male are used for taxonomical purposes.

Riassunto

Nell'agosto 2002 una grande femmina di *Tremoctopus*, che recava i suoi embrioni sulle braccia, fu fotografata nelle acque di Ponza mentre esibiva una enorme coloratissima tela (membrana interbrachiale) con complessi disegni. Dopo lo studio della letteratura sui rari eventi simili documentati con immagini sia nel Mediterraneo, sia in acque più remote, la femmina fu riconosciuta come *Tremoctopus gracilis*, una specie indopacifica. Infatti i disegni della tela possono mostrare: a) in *T. violaceus*, grosse macchie rotonde con scarsi disegni di contorno; b) in *T. gracilis*, serie di chiazze che formano grappoli disposti trasversalmente rispetto all'asse longitudinale del braccio. La distinzione delle due specie consentiva di tracciare l'arrivo attraverso il canale di Suez sia dell'esemplare di Ponza, sia di reperti avvenuti in acque istriane fin dagli anni '30 dello scorso secolo. Questa nota presenta l'iconografia utilizzata per la classificazione, riportata in studi anteriori, e fotografie più recenti di individui di *T. gracilis*, ottenute in ambiente naturale di giorno e di notte, rispettivamente a Ponza e nel Mar Rosso. Le braccia dorsali delle femmine di *Tremoctopus*, con la tela che le circonda, formano un apparato difensivo, finalizzato non semplicemente alla protezione della femmina stessa, ma in modo specifico a quella del grappolo di embrioni. Le loro capacità di autotomia corrispondono a quelle del braccio ectocotilizzato del maschio dello stesso genere, mentre il disegno attira l'attenzione del potenziale predatore su un grappolo che si ingrandisce mentre si allontana.

Key words

Cephalopoda, *Tremoctopus gracilis*, *Tremoctopus violaceus*, adult female taxonomy, colour patterns.

Results and discussion

During August 2002 a large egg-carrying female of *Tremoctopus* sp. was observed and photographed in the coastal waters of Ponza island, in the Tyrrhenian Sea (Belluscio et al., 2003).

The specimen exhibited a remarkable series of vivid colours such as blue, red, violet, orange, etc., and the observers – researchers engaged in biological sampling – did not attempt to capture it, probably because they were satisfied with the wonderful sight they were documenting with their camera (**Fig. 1**).

Subsequently, on the basis of the available literature about similar observations on living specimens (Müller, 1852; Kramer, 1937; Voss & Williamson, 1972), the Ponza specimen was assigned to the species *Tremoctopus gracilis* (Orsi Relini et al., 2004). In fact the comparison of colour patterns and distinctive spots exhibited on the dorsal arms by egg-carrying females allowed me to recognize two types of display: one, figured by Delle Chiaje (1830) and described in detail by Müller (1852), on specimens caught in the harbour of Messina (Sicily) (here shown by the figure from Portmann (1952) on the basis of a Ligurian specimen, **Fig. 2**), consisting in a large round spot, encircled by minor figures, was considered typical of *Tremoctopus violaceus*; another one, in form of transversal bunches of spots figured in a colour table by Voss & Williamson (1972) was considered typical of *T. gracilis* (**Fig. 3**).

The pattern observed by Kramer (1937) in some Adriatic specimens (**Fig. 4**) appeared similar to the latter type. So, in the same time, a new exotic species of Indopafic origin was listed among the cephalopods recently immigrated from the Red Sea (Salman et al., 1999; Salman & Katağan, 2002) and the arrival of this immigrant was traced back to 67 years earlier (Orsi Relini et al., 2004).

The aim of these brief notes is to show the pictures of the females colour patterns which, for editorial reasons, could not be documented in the previous paper (Orsi Relini et al., 2004); some comments on their possible taxonomic use are added.

In a recent taxonomic survey of the genus *Tremoctopus* Delle Chiaie, 1830 four species are listed (Mangold et al., 1996):

Tremoctopus violaceus Delle Chiaie, 1830, type locality: Mediterranean Sea;

Tremoctopus gracilis (Eydoux & Souleyet, 1852), type locality: 8°N 106°W (Pacific Ocean);



Fig. 1. The female *Tremoctopus* of Ponza in the photographic sequence by Conticelli and Pelliciari. Both colour changes and different extensions of the web can be appreciated; in the lower right corner the egg mass is visible.

Fig. 1. La femmina di *Tremoctopus* di Ponza nella sequenza fotografica di Conticelli e Pelliciari. Si possono apprezzare sia i cambi di colore sia l'estensione variabile della membrana interbrachiale; nell'angolo in basso a destra si vede la massa delle uova.

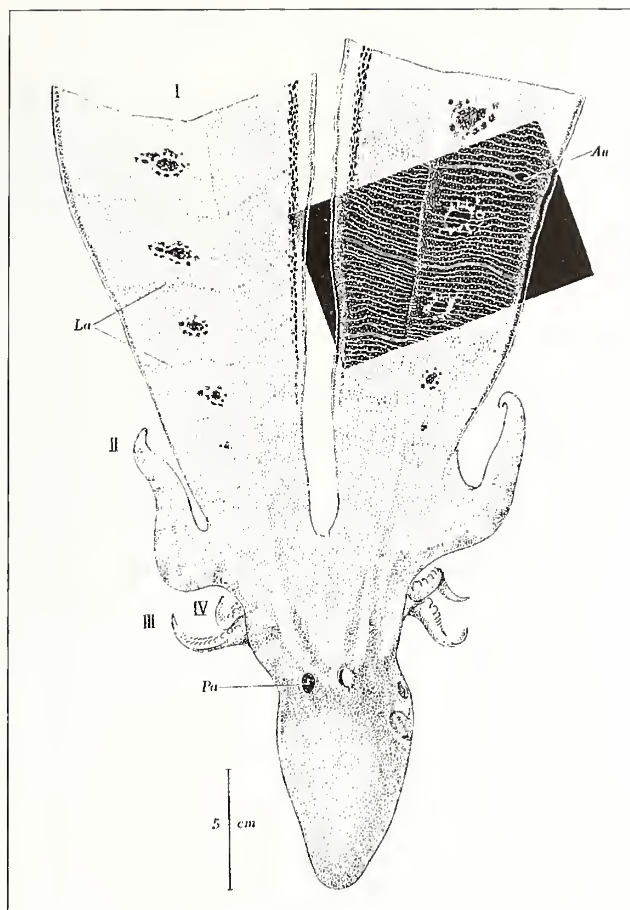


Fig. 2. *Tremoctopus violaceus* figured by Portmann (1952).

Fig. 2. *Tremoctopus violaceus* raffigurato da Portmann (1952).



Fig. 3. *Tremoctopus gracilis* figured by Voss & Williamson (1972) under the name *T. violaceus*.

Fig. 3. *Tremoctopus gracilis* raffigurato da Voss e Williamson (1972) col nome di *T. violaceus*.

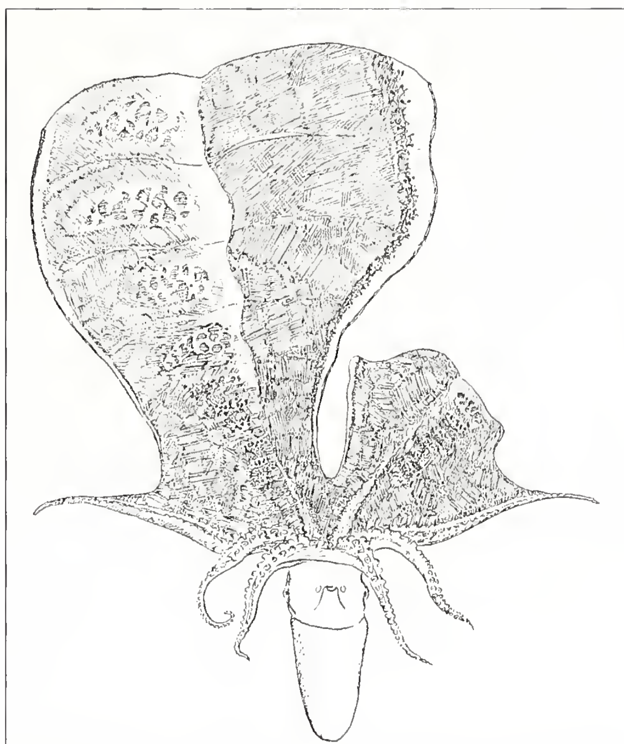


Fig. 4. *Tremoctopus gracilis* figured by Kramer (1937) under the name *T. violaceus*.

Fig. 4. *Tremoctopus gracilis* raffigurato da Kramer (1937) col nome di *T. violaceus*.

Tremoctopus gelatus Thomas, 1977, type locality: East Florida (Atlantic Ocean);
Tremoctopus robsoni Kirk, 1884 (or *T. robsonianus* as indicated by O'Shea, 1999, who resurrected the name by Kirk), type locality: New Zealand.
Tremoctopus gracilis, in the revision of the genus by Thomas (1977), was considered a subspecies of *T. violaceus*. Later on the separation of the two taxa in terms of species was possible on the basis of the structure of their hectocotylus (Mangold et al., 1996). The use of morphological patterns of the sexual apparatus for taxonomical purposes is of widespread use in several animal groups. In particular, in this genus of cephalopods, the counts of proximal and distal suckers of the hectocotylus are easily transformed into a key for species or subspecies identification (Thomas, 1977; Mangold et al., 1996).
On the contrary, females have been recognized by less precise criteria: those of *T. gelatus* are characterized, as well as in males, by gelatinous tissues (Thomas, 1977); those of *T. robsoni* have exceedingly long and convoluted distal oviducts (O'Shea, 1999); those of *T. violaceus* and *T. gracilis* are almost indistinguishable in their juvenile phase (Thomas, 1977). Nesis (1987) suggested that the chromatic pattern of the web surrounding the dorsal arms could be used to distinguish the two so similar forms (in his opinion, subspecies). The same author gave also evidence to the role of this web as a difensive tool, by means of the detachment of segments in the process of autotomy, which Kramer (1937) had previously described.
Nesis wrote (1987: p. 84): "Autotomy occurs along a predetermined line perpendicular to the axis of the arm.



Fig. 5. *Tremoctopus* sp. in a shot by Goud (1989) in the Red Sea.

Fig. 5. *Tremoctopus* sp. in una foto di Goud (1989) nel Mar Rosso.

The broken off portion has one sucker and one to three colored spots. Being deprived of nervous control, it instantly widens up to the size of an handkerchief, and the bright spots suddendly blazing before predator's eyes on the transparent membrane distract and probably frighten the enemy, thus allowing the female to flee".

It may be added that the spots or bunch of spots mimic the presence of eggs or groups of eggs. As a consequence, the coloration of the female dorsal arms are not an adaption for the defence of the individual, as generally occurs in octopuses, but for the defence of the egg mass that the female is brooding at the base of the dorsal arms. The detached arm segment and its colour display can therefore be considered as the terminal expression of the female sexuality, as the hectocotylus, with its own autotomic capabilities, is the final expression of the male sexuality.

On such a basis, the use of egg-carrying female colour pattern as a taxonomic tool, albeit till now scarcely used so far, finds its justification.

In occasion of new records of adult females, in my opinion it is important to pay particular attention to their colour pattern. It is not excluded that the description of colours can be completed with notes on the distribution of bioluminescent tissues. In fact, an occasional nocturnal underwater record of *Tremoctopus "violaceus"* occurred in the Red Sea near Hurghada (Goud, 1989). The animal could be photographed thanks to its light display. The species concerned was probably *T. gracilis* (**Fig. 5**); however, as more and more pictures of *Tremoctopus* are stored in the internet, the complexity of morphological and chromatic patterns of this genus gains evidence as well as the paucity of the present taxonomical categories. New species seem to be waiting to be recognized.

Acknowledgements

I wish to thank M. Conticelli, C. Pelliciari, and J. Goud for the kind permission to use their underwater photographs in this paper.

I thank the Editor's work.

References

Belluscio A., Ardizzone G.D., Conticelli M. & Pellicciari C., 2003. Prima documentazione fotografica di una femmina ovigera di *Tremoctopus* sp. (Octopoda, Tremoctopodidae) nel Mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea*, **11** (2): 556-559.

Delle Chiaje S., 1823-1831. Memorie sulla storia e notomia degli Animali senza vertebre del Regno di Napoli. Napoli, 4 volumes & atlas.

Goud J., 1989. Een bijzondere waarneming tijdens de Rode Zee-reis. Luminescentie bij *Tremoctopus violaceus*: een pelagische octopussoort. *Vita Marina*, Nov./Dec.: 75-78.

Kramer G., 1937. Einige Beobachtungen an *Tremoctopus violaceus. Note dell'Istituto Italo-Germanico di Biologia Marina di Rovigno*, **25**: 3-11.

Mangold K.M., Vecchione M. & Young R.E., 1996. Tremoctopodidae. *Tree of life Web Project*: http://tolweb.org/Tremoctopodidae/20202.

Müller H., 1852. Ueber das oberste Armpaar von *Tremoctopus*. Verhandlungen der physik. Med. Gesellschaft Würzburg. **3**.

Nesis K., 1987. *Cephalopods of the world*. Neptune City, TFH Publications, 351 pp.

Orsi Relini L., Belluscio A. & Ardizzone G.D., 2004. Tracking the Indopacific pelagic octopus *Tremoctopus gracilis* in the Mediterranean. *Rapports et procès verbaux de la Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **37**: 415.

O'Shea S., 1999. The marine fauna of New Zealand: Octopoda (Mollusca: Cephalopoda). *NIWA Biodiversity Memoir*, **112**: 1-280.

Portmann A., 1952. Les bras dorsaux de *Tremoctopus violaceus* Delle Chiaje. *Revue Suisse de Zoologie*, **59**: 288-293.

Salman A., Katagan T. & Boletzky S.v., 1999. New cephalopod molluscs in the eastern Mediterranean: previously unnoted species or recent migrants? *Vie et Milieu*, **49**: 11-17.

Salman A. & Katağan T., 2002. Lessepsian immigrant cephalopods of the Mediterranean Sea. In Öztürk B. & Başausta N. (eds), *Workshop on Lessepsian Migration Proceedings*. Turkish Marine Research Foundation, **9**: 71-74.

Sweeney M.J., 2001. Current classification of recent Cephalopoda. Web page: *http://sirismm.si.edu/cephs/newclass.pdf*.

Thomas R.F., 1977. Systematics, distribution and biology of cephalopods of the genus *Tremoctopus* (Octopoda, Tremoctopodidae). *Bulletin of Marine science*, **27**: 353-392.

Voss G.L. & Williamson G.R., 1972. *Cephalopods of Hong Kong*. Hong Kong Government Press, Hong Kong.

Lavoro ricevuto il 5 ottobre 2005
Lavoro accettato il 6 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 17-21 (suppl. 2009)

Opisthoteuthis calypso (Cephalopoda: Octopoda) collected on bathyal bottoms of the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean)

Paolo Sartor (✉)* & Paola Belcari#

* Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata (CIBM), V.le Nazario Sauro 4, 57128 Livorno, Italy, psartor@cibm.it
(✉) Corresponding Author

\# Dipartimento Scienze Uomo e Ambiente, Università di Pisa, Via Derna 1, 56125 Pisa, Italy

Abstract
The presence of the deep-sea cirrate octopod *Opisthoteuthis calypso* Villanueva, Collins, Sánchez & Voss, 2002, a recently described species, is reported for the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). The catch was obtained during an experimental haul, on a muddy bottom at 710 m of depth. Morphometric and meristic parameters of the four specimens caught, two males and two females, fully agree with the diagnostic characters of the species. The two males (DML 33 and 54 mm respectively) were sexually mature, with several spermatophores in the seminal vesicle; the two females (DML 29 and 30 mm respectively) were in maturation, without any oocytes in the distal oviduct and in the oviducal gland. The ovarian oocyte size distributions confirm for this species a continuous-spawning reproductive pattern, in contrast to the semelparity shown by the majority of incirrate octopods; the stomach contents analysis highlights that predation, based on hyperbenthic crustacean prey, mainly occurs near the bottom.

Riassunto
Viene segnalata la presenza nel Mar Tirreno Settentrionale (Mediterraneo occidentale) del cefalopode ottopode cirrato *Opisthoteuthis calypso* Villanueva, Collins, Sánchez & Voss, 2002, una specie recentemente descritta come nuova per questo genere. Sono stati catturati quattro esemplari, due maschi e due femmine, in una cala effettuata su un fondo fangoso di 710 m, nel corso di una campagna di pesca a strascico sperimentale. I dati morfometrici e meristici rilevati su ciascun esemplare sono pienamente in linea con i caratteri diagnostici della specie. I due maschi (LDM 33 e 54 mm) erano sessualmente maturi, con alcune decine di spermatofore nelle vesciche seminali. Le due femmine (LDM 29 e 30 mm) erano invece in maturazione, senza ovociti nell'ovidotto distale, né nella ghiandola oviducale. La distribuzione delle taglie degli ovociti contenuti negli ovari delle due femmine conferma una modalità di deposizione di tipo continuo, contrariamente alla semelparità, modalità tipica di quasi tutti gli ottopodi incirrati. I contenuti stomacali hanno rivelato la presenza di crostacei soprabentonici, confermando che la predazione da parte di questa specie avviene per lo più in prossimità del fondo.

Key words
Cephalopoda, Opisthoteuthidae, Tyrrhenian Sea, western Mediterranean.

Introduction

The species of the genus *Opisthoteuthis* (Cephalopoda: Octopoda: Opisthoteuthidae) show some distinctive characteristics among the cephalopods, such as the oval body compressed along the longitudinal axis, the gelatinous consistence and the large interbrachial web, so that they are popularly called "flapjack" or "pancake devil fish" (Norman, 2000).
Opisthoteuthis species are cirrate octopods (suborder Cirrina Grimpe, 1916) (cf. Sweeney & Roper, 1998), characterised by the presence of cirri on the ventral side of the arms. Other distinctive features of this genus are two small fins on the mantle, an internal U-shaped shell with a groove in its outer surface, suckers of different size in the arms of males, placed in two enlargement fields and, in most species, one or more muscular nodules (web supports) located on the ventral margin of the arms (Villanueva et al., 2002).
These species, as the other cirrate octopods, live typically in deep water habitats, but the *Opisthoteuthis* species seem to have a shallower distribution (mostly the in bathyal zone) and are more closely associated to the bottom, being anyhow capable of swimming in the water column.
Due to their delicate and gelatinous consistency, in many cases the *Opisthoteuthis* specimens collected by bottom trawling are in poor conditions so that it is impossible to easily detect the species diagnostic characters.
After the revision of the systematics and biology of the genus *Opisthoteuthis* (Villanueva et al., 2002) from the Atlantic waters, with the description of two new species (*O. calypso* Villanueva, Collins, Sánchez & Voss, 2002 and *O. hardy* Villanueva, Collins, Sánchez & Voss, 2002), to date five species are known to belong to this genus in the Atlantic-Mediterranean region: *O. agassizi* Verrill, 1883, *O. grimaldii* Joubin, 1903, *O. massyae* (Grimpe, 1920), *O. calypso*, and *O. hardy*.
Villanueva et al. (2002) described *O. calypso* as a new species, after a re-examination of specimens coming from the eastern Atlantic and previously identified as *O. agassizi*. At the same time they assigned to *O. calypso* the Mediterranean specimens previously ascribed to *O. agassizi*, so that *O. calypso* is up to now the only *Opisthoteuthis* species known to occur in this area. These two species have different geographical distributions. *Opisthoteuthis*

calypso has been recorded in the eastern Atlantic, from Ireland to South Africa, and in the western Mediterranean; *O. agassizi* is present in the northwestern Atlantic, mainly in the Gulf of Mexico and the Caribbean region. The main characters differentiating *O. calypso* from *O. agassizi* are the occurrence in the former species of a single muscular nodule (web support) in all the arms, instead of the multiple web supports of *O. agassizi*. In addition, the two species can be distinguished from each other by the total number of suckers in each arm (47-58 in *O. calypso*, 58-80 in *O. agassizi*) and by the different arrangement of the enlarged suckers in the arms of males. The proximal enlargement field affects the suckers from 4 to 11 in *O. calypso*, those from 5 to 13 in *O. agassizi*; the distal field ranges from sucker 24 to sucker 29 in the former species, from 23 to 44 in the latter. Moreover, particularly large suckers in the proximal enlargement field are present on the third pair of arms of *O. calypso*, on the first and fourth pairs in *O. agassizi*.

Though several biological and ecological aspects of Atlantic *O. calypso* have been investigated, such as the reproductive biology (Villanueva, 1992a) and feeding (Villanueva & Guerra, 1991), still little information is available from the Mediterranean, because only a few specimens have been collected in the western sector of the basin (Morales, 1959, 1962; Villanueva 1992b; Quetglas et al., 2000; Orsi Relini et al., 2001; Cuccu et al., 2006).

The purpose of this work is to provide information on the morphometry of four specimens of *O. calypso* collected on bathyal bottoms of the northern Tyrrhenian Sea, during an experimental trawl survey, in the year 2000, in order to increase the knowledge on this rarely caught Mediterranean species.

Material and methods

Four specimens of *Opisthoteuthis calypso* were collected on the 28 September 2000, during an experimental trawl survey, carried out in the northern Tyrrhenian Sea. The catch was obtained in a daytime one-hour haul, on muddy bottoms of the bathyal zone to the East of the island of Pianosa (geographical position: 9°57.03' – 9°55.92' W; 42°26.31' – 42°29.11' N; average depth 710 m) (**Fig. 1**). They were sampled by a commercial trawl net routinely used on local fishing grounds, with a 40 mm cod-end mesh size (stretched). The trawl was carried out by a commercial otter trawler (89 gross registered tonnage, 22.5 m overall length, 800 hp engine) based in the harbour of Porto Santo Stefano. For further specifications of the sampling protocol and the sampling gear see De Ranieri (2003). The animals were measured on board soon after their capture: dorsal mantle length (DML) to 1 mm; total weight (TW) to 0.1 g. Afterwards, they were fixed in 10% neutralized formalin and then preserved in 70% ethanol for further analyses.

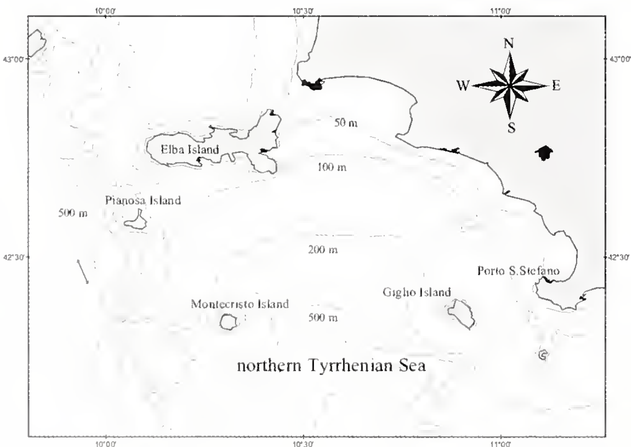


Fig. 1. Geographical location of the haul (black line) where *Opisthoteuthis calypso* was caught.

Fig. 1. Posizione geografica della cala (linea nera) ove è stata catturata *Opisthoteuthis calypso*.



Fig. 2. Left: Oral view of the 54 mm DML male; right: aboral view of the 33 mm DML male. Scale bar = 5 cm.

Fig. 2. Sinistra: lato orale del maschio di 54 mm LDM; destra: lato aborale del maschio di 33 mm LDM. Scala = 5 cm.

A macroscopic analysis of each specimen was carried out, with particular attention to the morphology of the arms and the size of suckers. Sex and maturity stage of the gonads were recorded in each individual, according to the presence or absence of spermatophores in the seminal vesicle and penis in males, and of oocytes in the oviducal gland and distal oviduct in females. Ovaric oocytes were measured (to 0.1 mm) by a dissecting microscope with an ocular micrometer.

Results

The four specimens were in rather good conditions when collected, without any evident damages (**Fig. 2**); only the distal part of some arms was either broken or lacked suckers. The body was gelatinous, flattened, oval shaped and displayed two small fins; the arms bore one row of suckers and two rows of cirri, a distinctive character for the cirrate octopods. A large interbrachial web enveloped the arms throughout their length, except for their distal ends; the occurrence of an internal U-shaped shell was detected (**Fig. 3**). The body was uniformly reddish-brown coloured.

The mantle cavity analysis showed that the four specimens were two mature males (33 and 54 mm ML, 64.8 and 162 g TW, respectively) and two maturing females (29 and 30 mm ML, 50.6 and 48.2 g TW, respectively).

The individuals showed all the diagnostic characters re-



Fig. 3. Dorsal view of the shell of the 54 mm DML male. Scale bar = 10 mm.

Fig. 3. Vista dorsale della conchiglia del maschio di 54 mm LDM. Scala = 10 mm.

ported by Villanueva et al. (2002) for *O. calypso*; each arm had a single muscular nodule and the typical number of suckers. The two males clearly showed the distinctive arrangement of suckers of *O. calypso* (**Tab. 1**); the first

arm	side	enlarged proximal field	suckers distal field	suckers
DML 54 mm				
I	right	4-7	23-25	49
	left	4-7	24-25	48
II	right	4-8	24-25	50
	left	4-8	24-26	*
III	right	4-8	23-25	48
	left	5-9	25	50
IV	right	5-9	23-26	*
	left	5-10	24-26	52
DML 33 mm				
I	right	5-8	23-25	46
	left	5-8	24-25	47
II	right	5-8	23-26	48
	left	4-8	24-27	47
III	right	4-9	25	48
	left	5-9	25-26	49
IV	right	5-8	**	
	left	4-8	**	

Tab. 1. Position of the enlarged suckers and number of suckers for each arm of the two males of *Opisthoteuthis calypso*.

Tab. 1. Posizione delle ventose ingrandite e numero delle ventose di ciascun braccio dei due maschi di *Opisthoteuthis calypso*



Fig. 4. Spermatophores found in the seminal vesicle of the 54 mm DML mature male. Scale bar = 3 mm.

Fig. 4. Spermatofore trovate nella vescicola seminale del maschio maturo di 54 mm LDM. Scala = 3 mm.

enlargement field consisted of 3-6 large suckers, started at suckers 4-5 and ended at suckers 9-10; the second enlargement field consisted of 1-4 large suckers, started at suckers 23-25 and ended at suckers 25-27. In both males, the sucker enlargement of the proximal field was greater on the arms III. The total number of arm suckers ranged from 47 to 52 in the males, from 45 to 49 in the females.
The analysis of the male genitals revealed the presence of oval shaped spermatophores, 1-2 mm in maximum diameter (**Fig. 4**), in the seminal vesicle: 40 spermatophores in the larger male, 27 in the smaller one.
Many oocytes of very different sizes and at different development stages were found in the ovary of the two females (**Fig. 5 A**). They were arranged in short strings, with the largest oocytes placed at the tip of each string. No oocytes were found in the distal oviduct and in the oviducal gland of both females. There were 221 oocytes (size range: 0.1-5 mm) in the 29 mm DML female, 272 (size range: 0.1-5.6 mm) in the 30 mm DML one. The oocytes were spherical up to the size of 1 mm, oval at larger sizes; their surface was smooth up to 2 mm and then became progressively reticulated; folds were evident in oocytes larger than 3 mm (**Fig. 5 B**).
Most oocytes were smaller than 2 mm and accounted for 85% of the total oocytes in the 30 mm DML female, for 73% in the 29 mm DML one. From the size of 2 mm on, an average of 1-3 oocytes per size class were found in each female (**Fig. 6**).
Some stomach contents were present in three specimen, consisting of remains of amphipods (at least three spec-

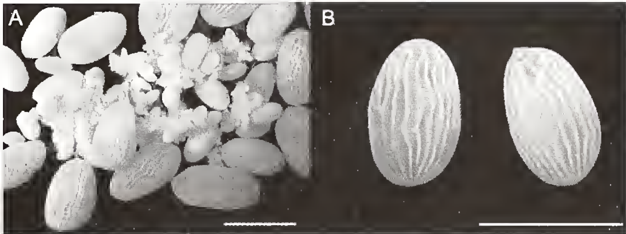


Fig. 5. A. Oocytes of the 30 mm DML maturing female. **B**. Detail of two reticulated oocytes of the 30 mm DML maturing female. Scale bar = 5 mm.

Fig. 5. A. Ociti della femmina in maturazione di 30 mm **B**. LDM. Dettaglio di due ociti reticolati della femmina in maturazione di 30 mm LDM. Scala = 5 mm.

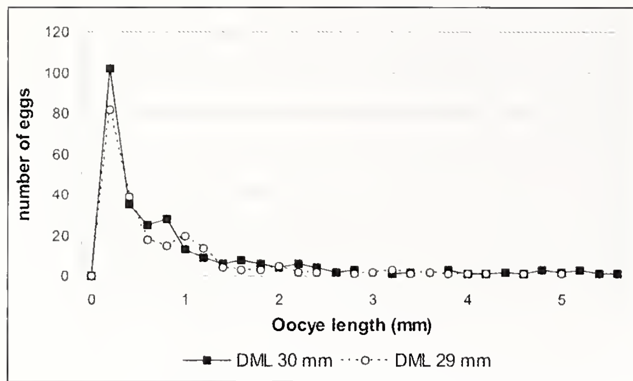


Fig. 6. Size frequency distribution of the oocytes of the two females (size class width = 0.2 mm).

Fig. 6. Distribuzione di frequenza di taglia degli oociti delle due femmine (ampiezza delle classi dimensionali = 0,2 mm).

imens), one mysid, one polychaete, and one copepod, in all.

Discussion

Opisthoteuthis calypso is a species new to the teuthofauna of the northern Tyrrhenian Sea, to be added to the 31 species up to now recorded from this area (Belcari & Sartor, 1993; Sanchez et al., 1998). As for the Italian waters, this species was previously reported from the Ligurian Sea by Orsi Relini et al. (2001), as *O. agassizii*, and from the Sardinian seas by Cuccu et al. (2006). According to Villanueva et al. (2002) *O. calypso*, occurs in a wide area of the eastern Atlantic Ocean and has also been recorded in other western Mediterranean areas, i.e. the Catalan Sea (Morales, 1959, 1962; Villanueva, 1992b) and the Balearic Sea (Quetglas et al., 2000), and has been collected from a wide depth range, 365 to 2,287 m. The species seems to be rather abundant on the bathyal bottoms of the south-eastern Atlantic. The findings reported from this area are frequent also for the upper limit of its bathymetric range (400 to 600 m). Catches proceed from both experimental surveys and commercial fishery, being *O. calypso* not infrequently discarded, as a by-catch, by trawlers targeting large gadiform fish (Villanueva & Guerra, 1991; Roeleveld et al., 1992).

On the other hand, the records of *O. calypso* from the Mediterranean are still occasional and all proceed from experimental surveys; in addition, most catches come from trawls on bottoms deeper than 700 m, which are still poorly investigated. As a matter of fact, a substantial sampling effort was performed in the last two decades in a wide Mediterranean area on soft bottoms down to 800 m, within both the international MEDITS and the Italian GRUND trawl surveys (Relini, 1988; Bertrand et al., 2002), whereas the only information for deeper bottoms comes from investigations quite limited in time and space.

These considerations could lead to the supposition that in the Mediterranean *O. calypso* is more abundant in waters deeper than its usual depth range, where the environmental conditions are rather stable and probably more similar to those of its Atlantic habitat. Indeed, *O. calypso* seems to be particularly adapted to the deep-sea environment, a characteristic in common with the other cirrate octopods, found down to 7,229 m depth (Voss, 1988).

The morphometric and meristic characteristics of the four specimens of *O. calypso* described in this study fully agree with the diagnostic features reported in the new species original description by Villanueva et al. (2002). The muscular nodule in the arms was rather apparent in all the specimens, providing a good diagnostic character for the species identification. The position of the enlarged suckers on the arms of males and the counts of suckers fit the lower limits of the diagnostic ranges for *O. calypso* provided by Villanueva et al. (2002). This could be due to the size of our specimens, ranging from 29 to 54 mm DML and from 48 to 176 g of TW, that is small to medium size. Indeed, *O. calypso* can reach considerable sizes: Villanueva & Guerra (1991) reported DMLs from 13 to 108 mm and TWs from 4 to 5400 g for specimens caught in Namibian waters.

The presence of several spermatophores and the evident enlargement of suckers in all the arms unambiguously indicated that the two males were sexually mature, even though the smaller one was lighter (65 g TW) than the minimum maturity weight (95 g) reported by Villanueva (1992a).

As for the females, both specimens were in maturation, according to the absence of oocytes in the terminal part of the oviduct and in the oviducal gland. They were considerably lighter (48 and 51 g TW) than the minimum female maturity weight (190 g) (Villanueva, 1992a); also the maximum observed oocyte size (5.6 mm) was smaller than that reported for mature females (7.5 mm) (Villanueva, 1992a). The analysis of the ovarian oocytes size frequency confirms the continuous-spawning reproductive strategy for this species, as described by Villanueva (1992a) for mature individuals of *O. calypso* collected all year round in the Namibian waters: the egg production is continuous throughout the mature life span, eggs are released one or two at one time and a considerable body growth takes place from the onset of sexual maturity on. This is the typical reproductive strategy of the genus *Opisthoteuthis* as well as of all cirrate octopods (Daly et al., 1998). On the contrary, for many incirrate octopods the semelparous reproductive strategy is well known; females show a limited growth when mature, produce just a single mass of eggs and die afterwards (Mangold, 1987; Rocha et al., 2001). Probably the continuous spawning is a fitting strategy in the stable deep-sea environment.

The stomach contents analysis confirmed a diet based mainly on suprabenthic crustaceans, as previously reported for *O. calypso* from Namibian waters (Villanueva & Guerra, 1991). The terms suprabenthos or hyperbenthos is referred to the association of small animals living in the water layer close to sea bed, mainly crustacean amphipods, decapods, mysids and cumaceans. These organisms are a basic food resource for juveniles of many demersal species and play an important role in the en-

ergy transfer in the demersal food chains (Mees et al., 1997).

As previously supposed, this species is probably not very rare in the Mediterranean waters; in order to increase its catches, a greater sampling effort on bathyal bottoms is needed.

Acknowledgments

The Authors thank the crew of the trawl vessel "Francesco Padre" (Giovanni, Aldo and Pippo) for the kind collaboration during the sampling on board.

References

Belcari P. & Sartor P., 1993. Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Scientia Marina*, **57**: 145-152.

Bertand J., Gil De Sola L., Papaconstantinou C., Relini G. & Souplet A., 2002. The general specifications of the Medits surveys. *Scientia Marina*, **66**: 9-17.

Cuccu D., Cabiddu S., Dymarkowska M., Mereu M., Porcu C. & Cau A., 2006. Prima segnalazione di *Opisthoteuthis calypso* (Octopoda, Cirrata, Opisthoteuthidae) nei mari sardi. *Biologia Marina Mediterranea*, **13**: 851-853.

Daly H.I., Boyle P.R. & Collins M.A., 1998. Reproductive status of *Opisthoteuthis* sp. over an annual cycle. *South African Journal of Marine Sciences*, **20**: 187-192.

De Ranieri S., 2003. *Valutazione delle risorse demersali dall'Isola d'Elba all'Isola di Giannutri. Anni 2000-2002. Final Report*. Ministero Politiche Agricole e Forestali, Rome, 129 pp.

Mangold K.M., 1987. Reproduction. In Boyle P. (ed.), *Cephalopod life cycles*. Vol. 1. Academic press, London: 335-364.

Mees J. & Jones M.B., 1997. The hyperbenthos. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, **35**: 221-225.

Morales E., 1959. Sobre la presencia de *Opisthoteuthis agassizii*, Verrill, en el Mediterráneo. *Investigación Pesquera*, **15**: 113-123.

Morales E., 1962. Cefalopodos de Cataluña. II. *Investigación Pesquera*, **21**: 97-111.

Norman M., 2000. *Cephalopods, a world guide*. Conchbooks Hackenheim, Germany, 320 pp.

Quetglas A., Carbonell A. & Sánchez P., 2000. Demersal continental shelf and upper slope cephalopod assemblages from the Balearic Sea (North-Western Mediterranean). Biological aspects of some deep-sea species. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, **50**: 739-749.

Relini G., 1998. I progressi della ricerca italiana sulla pesca a strascico. *Biologia Marina Mediterranea*, **5** (2): 3-21.

Relini Orsi L., Mannini A., Rossi M. & Fiorentino F., 2001. A new cephalopod in the Italian fauna: *Opisthoteuthis agassizii* Verril, 1883 (Octopoda, Cirrata, Opisthoteuthidae). *Biologia Marina Mediterranea*, **8**: 749-752.

Rocha F., Guerra Á. & Gonzalez Á., 2001. A review of reproductive strategies in cephalopods. *Biological Reviews*, **76**: 291-3904.

Roeleveld M.A.C., Lipinski M.R., Augustyn C.J. & Stewart B.A., 1992. The distribution and abundance of cephalopods of the continental slope of the eastern south Atlantic. *South African Journal of Marine Sciences*, **12**: 739-752.

Sánchez P., Belcari P. & Sartor P., 1998. Composition and spatial distribution of the Cephalopods in two northwestern mediteranean areas. *South African Journal of Marine Sciences*, **20**: 67-72.

Sweeney M.J. & Roper C.F.E., 1998. Classification, type localities and type repositories of recent Cephalopoda. In Voss N.A.M., Vecchione M., Toll R.B. & Sweeney M.J. (eds.), Systematics and biogeography of cephalopods. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **586**: 561-599.

Villanueva R., 1992a. Continuous spawning in the cirrate octopods *Opisthoteuthis agassizi* and *O. vossi*: features of sexual maturation defining a reproductive strategy in cephalopods. *Marine Biology*, **114**. 265-275.

Villanueva R., 1992b. Deep-sea cephalopods of the north-western Mediterranean: indications of up-slope ontogenetic migration in two bathybenthic species. *Journal of Zoology of London*, **227**: 267-276.

Villanueva R. & Guerra A., 1991. Food and prey detection in two deep-sea cephalopods: *Opisthoteuthis agassizi* and *O. vossi* (Octopoda: Cirrata). *Bulletin of Marine Science*, **49**: 288-299.

Villanueva R., Collins M.A., Sánchez P. & Voss N.A., 2002. Systematics, distribution and biology of the cirrate octopods of the genus *Opisthoteuthis* (Mollusca, Cephalopoda) in the Atlantic ocean, with description of two new species. *Bulletin of Marine Science*, **71**: 933-985.

Voss G.L., 1988. The biogeography of the deep-sea Octopoda. *Malacologia*, **29**: 295-307.

Lavoro ricevuto il 13 luglio 2005
Lavoro accettato il 29 giugno 2009

Boll. Malacol., **45**: 23-26 (suppl. 2009)

On a large specimen of *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: Histioteuthidae) caught in the northern Tyrrhenian Sea, western Mediterranean

Domenico Capua* (✉), Paolo Sartor#, Riccardo Sirna°
& Alessandro Voliani§

* Via delle Guglie, 7, 57125 Livorno, Italy, domenicocapua@virgilio.it (✉) Corresponding Author

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata, Viale Nazario Sauro 4, 57128 Livorno, Italy

° Acquario Comunale di Grosseto, Viale Porciatti 12, 58100 Grosseto, Italy

§ ARPAT- RIBM, Via Marradi 114, 57126 Livorno, Italy

Abstract

A large female of the cephalopod *Histioteuthis bonnellii* (Férussac, 1835) was caught by a commercial otter trawler in the northern Tyrrhenian Sea off the Tuscany coasts, on a muddy bottom at 130 m of depth. This specimen (dorsal mantle length = 230 mm, total weight = 3,550 g) was the largest recorded up to now in the Italian waters and probably the largest specimen found in the Mediterranean Sea. About 70,000 immature eggs were estimated to be present in the ovary, ranging from 0.4 to 1.1 mm in diameter (major axis), with an average value of 0.55 mm. Compared with other findings, in particular with those from the Tuscany waters, mostly from 300 to 500 m, the depth from where this specimen was collected (130 m) is unusual.

Riassunto

Una femmina di notevoli dimensioni di *Histioteuthis bonnellii* (Férussac, 1835) è stata catturata il 30 maggio 2005 al largo delle coste toscane nel Mar Tirreno settentrionale, con rete a strascico, su un fondo fangoso tra 120 e 140 metri. L'esemplare dopo la cattura si presentava in buono stato di conservazione, anche se privo delle braccia tentacolari, spezzate nella loro porzione prossimale. L'esemplare (lunghezza dorsale del mantello di 230 mm, peso totale 3.550 g) è risultato quello più grande segnalato in acque italiane e, sulla base delle informazioni esistenti, sembra essere quello di maggiori dimensioni rinvenuto nel Mar Mediterraneo. L'ovario, del peso di 18 g, conteneva circa 70.000 oociti, di diametro massimo compreso tra 0,4 e 1,1 mm, con valore medio di 0,55 mm. La distribuzione dimensionale delle uova è apparentemente polimodale, con una dimensione modale compresa tra 0,5 e 0,7 mm. Le ricerche condotte dal 1985 ad oggi nelle acque toscane, durante campagne di pesca a strascico sperimentale, hanno permesso di catturare 88 esemplari di *H. bonnellii*, di dimensioni inferiori rispetto a quelle dell'esemplare oggetto del presente lavoro, tra 294 e 677 m di profondità, anche se il maggior numero di catture è stato ottenuto tra 400 e 600 m. A questo fa eccezione una segnalazione per le acque a nord dell'Elba di una femmina di 195 mm LDM e del peso di 3,250 g, catturata alla profondità di circa 100 m durante una battuta di pesca professionale. Questi dati potrebbero far ipotizzare la presenza di una relazione taglia/profondità per questa specie. Sono ancora poche le informazioni disponibili sulla biologia riproduttiva di *H. bonnellii*. I dati raccolti sono stati comparati con quelli rilevati su una femmina matura (LDM 300 mm) catturata in Atlantico (25.000 uova stimate, con diametro medio di 2,3 mm) e su una femmina immatura di 195 mm di lunghezza dorsale del mantello (128.000 ± 32.000 uova comprese tra 0,4 e 1,0 mm, con diametro medio di 0,65 mm). Sulla base di queste informazioni, nonché del loro aspetto, gli oociti dell'esemplare indagato sono da considerarsi immaturi. Sembra, inoltre, che in questa specie avvenga una consistente riduzione del numero di uova, passando dagli esemplari in maturazione a quelli maturi. Questo può essere dovuto sia a fenomeni degenerativi o di riassorbimento delle uova, ma anche a decremento numerico dovuto a deposizioni di più lotti in tempi successivi. I dati ad oggi a disposizione non permettono ancora di definirne la strategia riproduttiva.

Key words

Histioteuthis bonnellii, Cephalopoda, Tyrrhenian Sea, Tuscany coast.

Introduction

Histioteuthis bonnellii (Férussac, 1835) was recorded for the first time in Mediterranean in the year 1834 by Verany, in the Gulf of Lions, off Nice. The species was described the following year by Férussac, which dedicated it to the Italian naturalist Franco Bonnelli.

The geographical distribution of *H. bonnellii* is very wide, even though rather scattered. According to Voss et al. (1998), the species is present all through the Atlantic Ocean to the north of the Capricorn tropic extending eastwards to the Indian Ocean and the western Pacific, in subtropical waters near the convergence. *Histioteuthis bonnellii* is also present in the waters near the Arctic region and in the Mediterranean Sea.

The species lives in the water column in a wide bathymetric range, from 100 to 2,000 m (Voss et al., 1998). The Family Histioteuthidae is monogeneric and in Mediterranean Sea is represented by two species: *H. bonnellii* (Férussac, 1835) and *H. reversa* (Verrill, 1880). Both species have been collected in the Tuscany waters south to Elba Island, northern Tyrrhenian Sea (Belcari & Sartor, 1993; Sanchez et al., 1998), while only *H. bonnellii* has been recorded in the south-eastern Ligurian Sea, north of he Elba Island (Lazzeretti et al., 1995).

Once considered a rare species, the experimental trawl surveys (Capua, 2004) and the studies of predator stomach contents prove that *H. bonnellii* is rather common (Bello, 2000).

The aim of this note is to report the finding of a large



Fig. 1. Right eye surrounded by 17 photophores.

Fig. 1. Occhio destro circondato da 17 fotofori.

sized specimen of *H. bonnellii* and to provide morphometric and biologic data to increase the knowledge of this still little known species.

Materials and methods

The specimen of *H. bonnellii* was caught during a commercial haul with bottom trawl net by the vessel "Mare Blu" based in Castiglione della Pescaia (Grosseto), on the 30 May 2005. The catch was obtained on a muddy bottom ranging from 120 to 140 m depth, on a site located 15 nautical miles westwards to the Formiche di Grosseto Islets (10°50,30' E; 42°31,70' N).

The specimen was in rather good conditions, even though both tentacular arms were broken. *Histioteuthis bonnellii* has no commercial value and is thus routinely discarded when caught (Sartor et al., 1998). Thanks to the concern of the fishermen it was possible to collect this specimen, that was delivered to the Acquario Comunale of Grosseto.

The following data were gathered: total weight (g), sex, maturity stage and the most important morphometric measurements (mm). The total number of eggs was estimated by counting the oocytes of five 0.2 g ovarian samples, randomly collected inside the oocyte mass; on each sample the size of the oocytes (maximum diameter, to 0.1 mm) was taken as well.

Weight	3550
Total length (without tentacles)	880
Dorsal mantle length	230
Ventral mantle length	220
Mantle width	195
Head length	130
Head width	122
Fin length	130
Fin width	80
Right eye diameter	40
Left eye diameter	60
Lower Rostral Length	10
Arm I left length	485
Arm I right length	485
Arm II left length	491
Arm II right length	490
Arm III left length	510
Arm III right length	500
Arm IV left length	470
Arm IV right length	470

Tab. 1. Morphometric measurements (linear measurements in mm, weight in g).

Tab. 1. Misure morfometriche (misure lineari in mm, peso in g).

Results

The specimen was identified as *Histioteuthis bonnellii* according to the description provided by Voss et al. (1998) for the presence of this main macroscopic characters: a deep inner web placed between the arms I-III (more than 50% than the longest arm), typically connected to the web placed between the arms of the fourth pair; the presence of 17 photophores around the right eye (**Fig. 1**); the typical arrangement of the cutaneous photophores; a single, elongate, photophore at the end of each arm I-III (much smaller on arms IV).

The dorsal mantle length (DML) was 230 mm, the total weight 3,350 g. The other morphometric data are shown in **Tab. 1**.

The internal morphological analysis revealed that this specimen was a female. The ovary was 40 mm long and 45 mm wide and weighted 18 g. The oocyte count, on a sample basis, allowed to estimate the presence of about 70,000 immature oocytes (**Fig. 2**). The eggs were connected to each other by a thin structure that clustered them in many bunches.

The egg size (maximum diameter) ranged from 0.4 to 1.1 mm, with an average value of 0.55 mm. The size frequency distribution of the 256 measured eggs is shown in Fig. 3. The histogram seems polymodal, though the size class 0.5-0.7 mm forms a well defined peak.

Discussion

In Tuscany waters *Histioteuthis bonnellii* is frequently caught, though with a scarce number of specimens, during commercial trawling on epibathyal bottoms, mainly when targeting the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Decapoda), the deep sea pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Crustacea: Decapoda) and the red shrimps, *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda) (Sartor et al., 2003; Capua, 2004).

Experimental trawl surveys were carried out in Tuscany waters (south-eastern Ligurian Sea and northern Tyrrhenian Sea) from 1985 to date on soft bottoms from 10 to 750 m depth (Bertrand et al., 2000; Relini, 2000). In these years, 88 specimens of *H. bonnelli* were caught (on the average, two specimens per survey), in a wide depth range, from 294 to 677 m; the most abundant catches were obtained from 400 to 600 m. The specimens caught were highly variable in size, with a weight from 2 to 1950 g and an average total weight of about 150 g.

The specimen object of this study appeared the largest among those collected in the area during the experimental trawl surveys. Moreover, this specimen is also the largest among those collected up to now in the Italian seas (Jatta, 1896; Naef, 1923; Arbocco, 1958; Torchio, 1965; Voss, 1969; Würtz, 1979; Belcari & Sartor, 1993; Lazzeretti et al., 1995). On the basis of the available literature, this specimen is probably the largest one recorded for the Mediterranean Sea (Morales, 1962; Kaspiris & Tsiambaos, 1984; Koutsoubas & Boyle, 1999).

As concerns the bathymetric distribution in the Mediterranean Sea, the available literature reports that the species has been caught on a wide depth range, from a few hundreds meters to about 800 m (Arbocco, 1958; Torchio 1965; Bello, 1994; Tursi et al., 1994; Sanchez et al., 1998; Koutsoubas & Boyle, 1999; Maiorano et al., 1999; Giordano & Carbonara, 1999; Gonzalez & Sanchez 2002). In Tuscany waters *H. bonnellii* has been caught from 294 to 677 m depth.

Such data show that the depth where the specimen was collected (130 m) is unusual with respect to the bathymetric range typical for this species in the Mediterranean; also the large female (195 mm DML, 3250 g) recorded by Lazzeretti et al. (1995) was collected in Ligurian Sea at a similar depth, i.e. about 100 m. These observations may suggest that the largest specimens of *H. bonnellii* are more abundant near the upper limit of its bathymetric range, but additional data are needed to validate this hypothesis.

The available information on the reproduction of *H. bonnellii* is still scarce. The data collected in the present work were compared with those reported by Kristensen (1980)

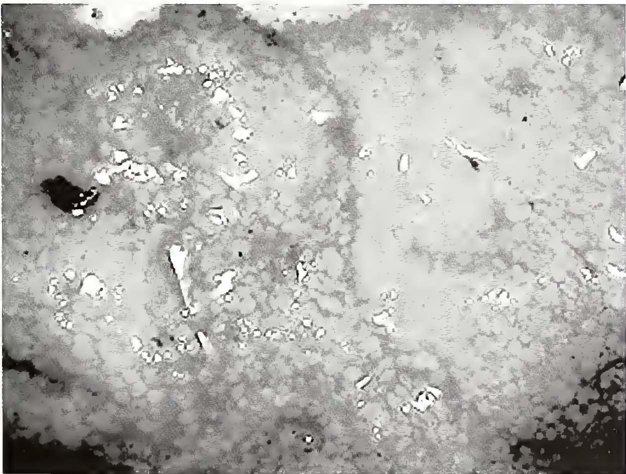


Fig. 2. Close up of the oocyte mass.

Fig. 2. Dettaglio della massa oocitaria.

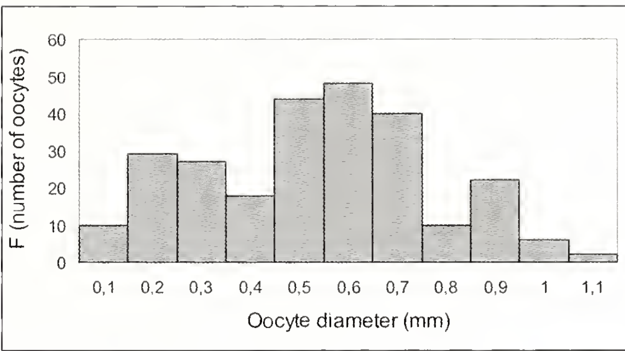


Fig. 3. Size frequency distribution of the oocytes.

Fig. 3. Distribuzione di frequenza di taglia degli ociti.

for a mature female (DML 300 mm) caught in the Atlantic (25,000 estimated eggs of 2.3 mm mean size) and those reported by Lazzeretti et al. (1995) for an immature female of 195 mm DML, with an estimated number of eggs of 128,000 ± 32,000 (range 0.4-1.0 mm; average size 0.65 mm). On the basis of these data, the oocytes of the present specimen (average diameter = 0.55 mm) have to be considered immature, which is corroborated by their general appearance and by the absence of external reticulations, a character of cephalopod oocytes close to maturity.

Notwithstanding the few specimens studied, the available data suggest that a steady decrease in the total number of oocytes occurs during the maturity. This may be due to either degenerative or reabsorption processes or the spawning of several batches of eggs. Anyway, the wide size range of the oocytes and the characters of the ovary reported by Kristensen (1980) (with all mature eggs, also found in the oviduct, in a specimen of a very large size) stimulate further investigations on the reproductive biology of this species. The available data do not allow the spawning pattern of *H. bonnellii* to be defined, whether semelparous (synchronous ovulation, monocyclic spawning) or iteroparous (group-syncrhronous ovulation, monocyclic spawning) (Rocha et al., 2001).

However, the polymodal size frequency distribution of oocytes suggests a multiple spawning strategy, as observed in many cephalopod species (Boletzky, 1987; Laptikhovsky & Nigmatullin, 1993; Bello & Deickert, 2003).

The reproductive biology, together with studies on the main ecological aspects, are important targets for future investigations on this still poorly known species.

Acknowledgements

We are grateful to Vittorio David (Acquario Comunale of Grosseto), as well as to Giuseppe and Vincenzo Temperani (fishing vessel "Mare Blu" of Castiglione della Pescaia) for their awareness and co-operation. We also wish to thank Giambattista Bello and the anonymous referees for their valuable suggestions and for critically reading this paper.

References

ARBOCCO G., 1958. Intorno ad una *Histioteuthis bonelliana* pescata nel Mar Ligure. *Natura*, **49**: 117-120.

BELCARI P. & SARTOR P., 1993. Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Scientia Marina*, **57**: 145-152.

BELCARI P., SARTOR P. & DE RANIERI S., 1998. I cefalopodi nello sbarcato commerciale con reti a strascico nel Mar Tirreno Settentrionale. *Biologia Marina Mediterranea*, **5** (2): 318-325.

BELLO G., 1994. *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: Histioteuthidae) in the Adriatic Sea: evidence from predator stomach contents. *Bollettino Malacologico*, **30**: 43-48.

BELLO G., 2000. How rare is *Histioteuthis bonnellii* (Cephalopoda: Histioteutidae) in the eastern Mediterranean Sea? *Journal of Molluscan Studies*, **66**: 575-577.

BELLO G. & DEICKERT A., 2003. Multiple spawning and spawning batch size in *Sepietta oweniana* (Cephalopoda: Sepiolidae). *Cahiers de Biologie Marine*, **44**: 307-314.

BERTRAND J., DE SOLA GIL L., PAPACONSTANTINOU C., RELINI G. & SOUPLET A., 2000. An international trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 76-93.

BOLETZKY S.V., 1987. Fecundity varation in relation to intermittent or chronic spawning in the cuttlefish, *Sepia officinalis* L. (Mollusca, Cephalopoda). *Bulletin of Marine Science*, **40**: 382-387.

CAPUA D., 2004. *I Cefalopodi delle Coste e dell'Arcipelago Toscano. Sistematica, Anatomia, Fisiologia e Sfruttamento delle specie presenti nel Mediterraneo.* Ed. Evolver, Roma, 366 pp.

GIORDANO D. & CARBONARA P., 1999. Nota sulla distribuzione di molluschi cefalopodi nel Tirreno centro-meridionale. *Biologia Marina Mediterranea*, **6** (1): 573-575.

GONZALEZ M. & SANCHEZ P., 2002. Cephalopod assemblages caught by trawling along the Iberian peninsula Mediterranean coast. *Scientia Marina*, **66**: 199-208.

JATTA G., 1896. I cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **23**: 1-268.

KASPIRIS P. & TSIAMBAOS P., 1984. Some uncommon cephalopods from western Korinthiakos Gulf (Mollusca-Dibranchiata). *Biljesake-Notes Institut za Oceanografiju i Ribarstvo, Split*, **62**: 1-4.

KOUTSOUBAS D. & BOYLE P., 1999. *Histioteuthis bonnellii* (Férussac, 1835) (Cephalopoda) in the eastern Mediterranean: new record and biological considerations. *Journal of Molluscan Studies*, **65:** 380-383.

KRISTENSEN T.K., 1980. Large mature female of *Histioteuthis bonnellii* (Férussac, 1835) (Mollusca:Cephalopoda) recorded from the Davis Strait, West Greenland. *Steenstrupia*, **6**: 73-79.

LAZZERETTI A., VOLIANI A. & ZUCCHI A., 1995. Note su un esemplare di *Histioteuthis bonnelli* (Cephalopoda: Histioteuthidae) pescato nell'alto Tirreno. *Biologia Marina Mediterranea*, **2** (2): 493-494.

LAPTIKHOVSKY V.V. & NIGMATULLIN C.M., 1993. Egg size, fecundity, and spawning in females of the Genus *Illex* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *ICES Journal of Marine Science*, **50**: 393-403.

MAIORANO P., MASTROTOTARO F., CASAMASSIMA F. & PANETTA P., 1999. Analisi comparativa della teutofauna catturata con due differenti reti a strascico. *Biologia Marina Mediterranea*, **6** (1): 579-583.

MORALES E., 1962. Cefalopodos de Cataluña. II. *Investigación Pesquera*, **21**: 97-111.

NAEF A., 1923. Cephalopoda. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **35** (I, I): 863 pp.

RELINI G., 2000. Demersal trawl surveys in Italian Seas: a short review. *IFREMER Actes de Colloques*, **26**: 46-75.

ROCHA F., GUERRA A. & GONZALEZ A.F., 2001. A review of reproductive strategies in cephalopods. *Biological Reviews*, **76**: 291-304.

SANCHEZ P., BELCARI P. & SARTOR P., 1998. Composition and spatial distribution of the Cephalopods in two northwestern Mediterranean areas. *South African Journal of Marine Sciences*, **20**: 67-72.

SARTOR P., BELCARI P., CARBONELL A., GONZALES M., QUETGLAS A. & SANCHEZ P., 1998. The importance of cephalopods to trawl fishery in the Western Mediterranean. *South African Journal Marine Sciences*, **20**: 67-72.

SARTOR P., SBRANA M., REALE B. & BELCARI P., 2003. Impact of the deep sea trawl fishery on demersal communities of the northern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *Journal of Northwestern Atlantic Fishery Sciences*, **31**: 1-10.

TORCHIO M., 1965. Osservazioni eco-etologiche su taluni cefalopodi del Mar Ligure. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, **104**: 265-289.

TURSI A., D'ONGHIA G., MATARRESE A., PANETTA P. & MAIORANO P., 1994. Finding of uncommon cephalopods (*Ancistroteuthis lichtensteinii, Histioteuthis bonnellii, Histioteuthis reversa*) and a first record of *Chiroteuthis veranyi* in the Ionian Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, **35**: 339-345.

VOSS N.A., 1969. A monograph of the Cephalopoda of the North Atlantic. The family Histioteuthidae. *Bulletin of Marine Sciences*, **19**: 713-867.

VOSS N.A., NESIS K.N. & RODHOUSE P., 1998. Histioteuthidae. In Voss N.A., Vecchione M., Toll R.B. & Sweeney M. (eds), Systematics and biogeography of cephalopods. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **586**: 293-372.

WÜRTZ M., 1979. I cefalopodi raccolti nel Mar Ligure durante la campagna di Pesca Batiale 1977/78. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, serie B, **86**: 374-377.

Lavoro ricevuto il 17 dicembre 2005
Lavoro accettato il 23 giugno 2009

Boll. Malacol., **45**: 27-33 (suppl. 2009)

First record of an egg mass of *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in the Ligurian Sea, with notes about egg laying patterns in southern populations

Lidia Orsi Relini (✉), Alessandro Mannini, Luca Lanteri & Eugenio Beccornia

Dip.Te.Ris, Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Università di Genova Corso Europa 26, 16132 Genova, Italy, largepel@unige.it

Abstract

During the trawl survey MEDITS 2005, an egg mass of *Loligo forbesi* was collected in the western Ligurian Sea, on a muddy bottom at about 600 m of depth. This record, the first in the study area, is discussed taking into account general information about spawning in *L. forbesi* Mediterranean and Macaronesian populations. The occurrence of different reproductive patterns in *Loligo* species are underlined and in *L. forbesi* the existence of egg strands heavier and lighter than the sea water is considered indicative of a spawning strategy evolving with time and age of the female.

Riassunto

Si riporta il primo ritrovamento di uova di *L. forbesi* su fondi fangosi batiali del Mar Ligure occidentale, a circa 600 m di profondità. Per commentare questo reperto ed inquadrarlo nella biologia della specie, si riassumono le informazioni sulla riproduzione reperibili nella letteratura relativa al Mediterraneo e all'Atlantico adiacente. Queste riguardano: 1) la presenza di zone di deposizione in prossimità del limite piattaforma/scarpata, che fu accertata circa un secolo fa dai ricercatori della Stazione Zoologica di Napoli; 2) l'associazione delle capsule ovigere a celenterati coloniali che risulta dalle stesse ricerche; 3) lo sviluppo embrionale, con simili dimensioni alla schiusa in materiale del Mediterraneo e delle Azzorre; 4) osservazioni sul comportamento condotte alle Azzorre sia su individui marcati, sia su individui in cattività: di questi ultimi è stato osservato l'accoppiamento e la deposizione delle uova; 5) un recente ritrovamento di uova deposte a circa 730 m di profondità nell'Egeo. Questa rassegna degli aspetti riproduttivi è suggerita dal fatto che *L. forbesi* del Mediterraneo e del nord Europa sarebbero distinti a livello di sottospecie e che nelle due sottospecie della congenere *L. vulgaris* (*L. v. vulgaris*, *L. v. reynaudii*) vengono descritti comportamenti riproduttivi sostanzialmente differenti. Si conclude che nelle popolazioni meridionali di *Loligo forbesi*, le capsule ovigere possono essere deposte in un intervallo di profondità di oltre 500 m; le capsule ovigere possono presentare diverse tipologie, cioè essere più dense o meno dense del mezzo ambiente, verosimilmente in funzione dell'età delle femmine. Capsule ovigere erette sul fondo, rispondenti ad esigenze di visibilità, suggeriscono comportamenti riproduttivi complessi come quelli descritti in specie o sottospecie di Loliginidae non presenti nel Mediterraneo (*Loligo pealei, L. opalescens, L. vulgaris reynaudii* ecc.).

Key words

Loligo forbesi, Mediterranean, egg capsules, spawning strategies, Cephalopoda.

Introduction

The veined squid *Loligo forbesi* Steenstrup, 1856 (Cephalopoda: Loliginidae), is distributed throughout the Mediterranean and adjacent Eastern Atlantic, in the latitudinal range 20°-60° N, with the Azores Islands as its western boundary (Roper et al., 1984). This species, which is often confused and/or dealt with together *L. vulgaris*, represents a valuable fishery resource in the Atlantic, while in the Mediterranean it is an irregular by-catch of trawl fisheries.

Clearly, the knowledge about the populations living in this large range of latitude and longitude (**Fig. 1**) is unbalanced, with a pole of intensive research in Scotland and scarce data in the South: such a polarity reflects the economic importance of the species in the NE Atlantic, with the largest landings in the UK. On the other hand, both morphometric and genetic studies, have indicated relevant differences in northern and southern populations (Guerra, 1992; Pierce et al., 1994; Brierley et al., 1995).

The aim of this note is to describe a recent record of *L. forbesi* eggs in the Ligurian Sea and to report old and recent data, from Mediterranean and adjacent Atlantic waters. Available literature about reproductive patterns, which are supposed to be conservative, are re-examined in detail to clarify similarities and/or differences with respect to northern populations. The description of the "state of the art" about reproduction in the southern populations of *L. forbesi* also shows uncertainties or gaps of knowledge as well as providing indications for future research.

During several Mediterranean trawl surveys, both national and European, *L. forbesi* has been caught from 50 to 600 m at the Balearic islands (Quetglas et al., 2000), from 84 to 115 m off the French coast (Boletzky & Mangold, 1985); from the range 50-100 m to the range 500-650 m in the Ligurian Sea (Relini et al., 2002); from 100 to 400 m in the North Tyrrhenian sea (Mannini & Volpi, 1989; Belcari & Sartor, 1993); from 40 to 620 m in Sardinia (Cuccu et al., 2003); from 70 to 560 m in the Sicilian Channel (Ragonese & Jereb, 1986); from 75 to 425 m in the

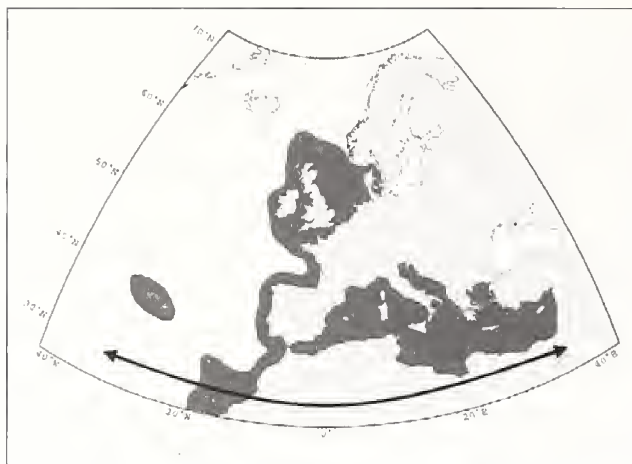


Fig. 1. Distribution area of *Loligo forbesi*. Southern populations live along an axis about 6,000 Km long.

Fig. 1. Areale di *Loligo forbesi*. Le popolazioni meridionali sono distribuite lungo un asse esteso per circa 6.000 km.

North Ionian sea (D'Onghia et al., 1995); from 276 to 715 m in the North Eastern Ionian sea (Lefkatidou et al., 2003). In the southern Ligurian Sea, a recent mapping of the distributions of *L. vulgaris* and *L. forbesi* shows the latter squid located from 80 to 600 m (Ria et al., 2005). *Loligo forbesi* therefore appears to be a circalittoral and bathyal species, which is mostly separated from the strictly coastal *L. vulgaris*.

In the Atlantic, such a separation disappears progressively to the north and *L. forbesi* extends its range to shallow coastal waters: thus, near Plymouth, where it coexists with *L. vulgaris*, it has been trawled up from 13 to 104 m of depth (Holme, 1974) and in Scotland, where the presence of *L. vulgaris* is scarce, from 18 to 371 m (Lum-Kong et al., 1992). In the Moray Firth (Scotland) a specific trawling for juveniles is carried out in autumn at only 10 m (Pierce et al., 2006).

Material and methods

The egg mass described herein was collected on the 12 July 2005 during the trawl survey MEDITS (Bertrand et

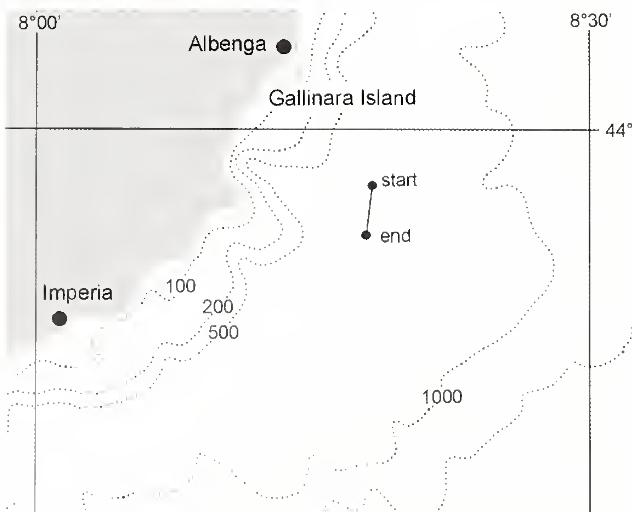


Fig. 2. Location where the eggs of *Loligo forbesi* were caught by trawl.

Fig. 2. Luogo di raccolta a strascico delle uova di *Loligo forbesi*.

al., 2002), by a haul located off the Gallinara Island (Fig. 2). It lasted one hour, the starting positions was 43°57'91" N - 08°18'19" E, the ending position 43°56'00" N - 08°17'68" E, the average depth 614 m; the sea bottom temperature 13.6°C.

The MEDITS project (Mediterranean International Trawl Surveys) (Bertrand et al., 2002), which presently concerns 10 European countries, is based on a spring-summer survey which is primarily aimed at obtaining estimates of abundance indexes for a series of target species. The selected stations are based on a depth stratified sampling scheme that includes five depth strata: 10-50, 50-100, 100-200, 200-500 and 500-800 m. The trawl net has 20 mm stretched mesh size in the codend. During the haul continuous measures of temperature and depth are recorded. The GRUND project (Italian Trawl Surveys) has similar aims and a similar depth stratified sampling scheme, with more numerous hauls which are carried out in autumn. In the present study area the GRUND net mesh has the same size than the MEDITS net.

The egg mass was frozen on board and, once transferred to the laboratory, it was thawed and fixed in 10% formalin. Eggs were observed with a video camera attached to a stereo microscope. Counts and measurements were taken from the images by means of the LeicaQWin software.

Results

The egg mass comprised 13 capsules, 8-8.5 cm long, each containing 36-40 eggs. The egg capsules merged at the base in a common point which retained a small quantity of mud, thus suggesting that the group was attached to some hard object laying on the bottom; however no part of any object was found.

Six eggs were randomly extracted from the jelly mass and measured; the largest diameter was ca. 3 mm. The developmental stages of embryos appeared to be very similar in all the eggs and corresponded to stage 16 of Segawa et al. (1988).

We assigned the egg mass to *L. forbesi* on the basis of the following combination of characteristics: 1) egg size; 2) number of eggs per capsule; 3) general aspects of the capsule, such as transparency of the jelly and irregular surface (see further below); 4) depth of the record.

Discussion

First observations on *L. forbesi* egg masses were carried out at the Zoological Station of Naples. Jatta (1896), describing the species, stated that eggs were unknown; however he figured, in plate 3 fig. 1 of his monograph, a group of five capsules laid on a thin branch of the bamboo coral *Isidella elongata* (**Fig. 3 A**) and wrote: "these eggs must be assigned to a Myopsid squid; they are found at 150-200 m depth and are collected in the vicinity of Capri island. Such masses are very similar to those of *L. vulgaris* and I think they belong to *L. forbesi*". Later

on both Lo Bianco (1909) and Issel (1932) confirmed Jatta's identification.

Lo Bianco (1909) noted that egg masses were found on branches of *Isidella* and other gorgonians and also on *Corallium rubrum* in the period from April to June: "they are opalescent, rather trasparent, cylindrical with an irregular surface and two tapering ends. The length of the capsule ranges from 8 to 11 cm, with a diameter of about 15 mm; it is very similar to the capsule of *L. vulgaris*, but it is more transparent and larger. Capsules are laid on muddy bottoms and on coralligenous reefs, at 150-200 m depths".

The notes of Lo Bianco (1909) placed the spawning area of *L. forbesi* approximately at the shelf break, while the indicated spawning season is spring, so that the presence of recruits should occur in the following summer. However Lo Bianco (1909) noted also that *L. forbesi* was not a species continually present in the Gulf of Neaples. It could appear in September, sometimes in large numbers, but not in all the years. The association of eggs with gorgonians is not mentioned in any further paper and is intriguing. In particular *I. elongata*, standing on compact muddy bottoms in a large depth range of the slope (Pérès & Picard, 1964), in the past should have offered to the squid large quantities of living hard substratum, but at present it almost disappeared from trawled bottoms, including their deepest range at about 700 m depth, where the trawlers target the red shrimps *Aristeus antennatus*.

Other basic studies carried out in Naples regarded the comparative anatomy of the Loliginidae. Naef (1923), describing the general morphology of *L. forbesi*, mentioned the occurrence in males of accessory glands with a possible content of luminescent bacteria, a feature which, in modern taxonomical approaches, might remove this species from the genus *Loligo* (Alexeyev, 1992). Naef noted that juveniles of this species have a thicker head than *L. vulgaris* of the same size. He could not observe fully mature animals, but wrote: "The mature male is much slenderer, the length of the mantle is at least 6 times its width". Naef's observations were confirmed when Martins (1982) described for the first time the fishery and the biological characteristics of *L. forbesi* at the Azores Islands, where very large specimens were found.

Martins (1982) examined 1/3 of the total annual catch of an artisanal fishery using hand lines in Horta, Faial, for a total of 622 specimens. The jigging had taken place at 215-270 m of depth. The catch consisted of a majority of mature individuals (80.2%) whose length range was 31-90 cm DML in males and 25-41 cm in females. During the year of the study the highest degree of maturity was observed in spring and the lowest in autumn.

From the notes of Martins (1982), several affinities with the Mediterranean population are evident as well as differences from populations of Northern Europe. As to the latter, beside having a different depth distribution, as previously noted, they are characterized by smaller sizes (Holme, 1974), by a different reproductive season (i.e. from December to June in coastal water of Scotland, according to Lum-Kong et al., 1992) and, what is more relevant, a smaller size of hatchlings in respect of southern populations (see later), i.e. 3.26 and 3.13 mm at the temperatures of 8 and 12°C (Gowland et al., 2002).



Fig. 3. Loliginid egg capsules lighter and heavier than sea water. **A.** Egg capsules of *Loligo forbesi* in the figure from Jatta (1896); the capsules are attached to a very thin branch of the bamboo coral *Isidella elongata*, suggesting that they are lighter than sea water. **B.** Egg capsules of *Loligo vulgaris* – clearly heavier than sea water – in a sheltered location on rocky bottom.

Fig. 3. Capsule ovariche di loliginidi meno e più dense dell'acqua del mare. **A.** Capsule ovariche di *Loligo forbesi* in una figura da Jatta (1896); le capsule aderiscono ad un sottilissimo ramo del corallo-bambù *Isidella elongata*, mostrando una minore densità rispetto all'acqua del mare. **B.** Capsule ovariche di *Loligo vulgaris* – chiaramente più dense dell'acqua del mare – in un posto protetto su fondo roccioso.

In Naples fishermen never confused the two species of *Loligo*: *L. forbesi* was called "occhione" (= big eye) because of its large eyes (Naef, 1923). The distinction was probably related to the respective commercial value: in fact because of their large size and tough flesh, *L. forbesi* are cheaper than *L. vulgaris* (Nesis, 1971). At present (end of 2005) in the Ligurian landings of cephalopods, the small catch of *L. forbesi* (**Fig. 4**) is divided into two commercial categories, the large and the small specimens, the latter being also the most expensive.

After these first studies, apparently the reproductive biology of Mediterranean *L. forbesi* was neglected for many years. Mangold-Wirz (1963) observed very rare speci-

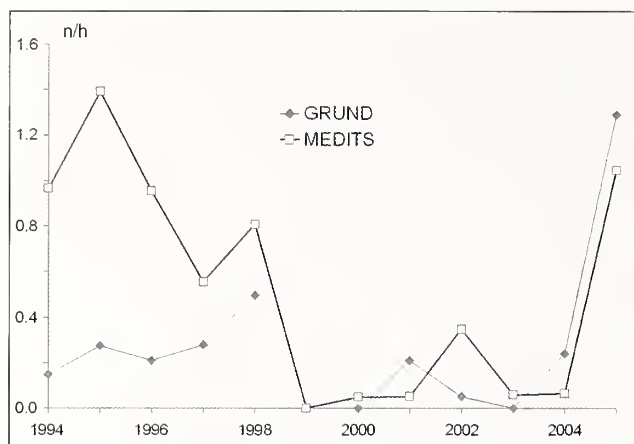


Fig. 4. Catches of *Loligo forbesi* observed in the Ligurian Sea during the trawl survey MEDITS (end of spring) and GRUND (autumn), during the period 1994-2005.

Fig. 4. Catture di *Loligo forbesi* effettuate nel Mar Ligure nell'ambito del trawl survey MEDITS (tarda primavera) e GRUND (autunno), nel periodo 1994-2005.

mens of *L. forbesi* in the Catalan Sea fisheries, but about twenty years later, the squid appeared with interesting numbers on the Provencal coast (Boletzky & Mangold, 1985); in trawls carried out between 85 and 115 m, both adults and juveniles were observed. Similar events occurred in the Ligurian Sea. In the period 1977-81 during a study of bathyal fishing grounds no *L. forbesi* was found. During the '80s some specimens began to appear in the trawl catches and at present with the trawl surveys of the Italian project GRUND and those of the international project MEDITS, started in 1994, catches remain very variable (**Fig. 4**).

In the '80s substantial information on eggs and embryos of *L. forbesi* were achieved both on Mediterranean and Azorean material. In both cases, females captured alive laid egg capsules which were raised in the laboratory to hatching; although egg laying may have been triggered by stress, the development was apparently normal. Boletzky (1987) observed that a female caught by trawl at 95-105 m in November and maintained in a tank onboard, deposited two capsules before dying. The capsules were brought to the laboratory of Banyuls-sur-Mer and raised together with freshly laid capsules of *L. vulgaris*. Eggs of *L. forbesi* hatched 60 days after the deposition, at a temperature varying from 12 to 15°C; hatchlings measured 4.5 mm ML and thus corresponded to juvenile *L. vulgaris* one to several weeks old (Boletzky, 1987). Egg strands were obtained also from mature females in captivity in a wooden cage maintained for this purpose in the Horta harbour (Porteiro & Martins, 1992). Live eggs, after 11 days at about 15°C in the harbour, were transported to Texas and raised there at 12.5°C. Segawa et al. (1988) illustrated 30 embryonic stages and observed a range of DML of hatchling (4.3-4.9 mm) in the same size range as indicated by Boletzky (1987). The size of embryos of *L. forbesi* mirrors the fact that this species is considered the largest Loliginid squid (Nesis, 1971).

Other aspects of egg laying where observed in Horta (Porteiro et al., 1990). Mating occurred in captive specimens – male 46 cm DML, female 35 cm DML – which were kept in a tank of 3 m in diameter. After 13 days the female laid 50 strands of eggs (80-100 eggs per strand), most of which where fixed to small stones on the bottom. The female died two days after spawning. In the same locality, eggs were found also on a artificial substratum (Porteiro & Martins, 1992), an octopus trap, formed by a segment of tubular PVC, with a diameter of 13.5 cm and one end sealed with concrete. The trap was placed at 25-30 m depth and, at recovering, it contained 20 capsules, each with 39 to 50 eggs. This record seemed surprising to the authors: in fact, in the Azores, squids bearing acoustic transmitters, tracked both day and night, had been observed to move between 20 and 550 m, so the authors considered surprising that and adult squid would come up to lay eggs in shallow waters. However this record and others to be mentioned later on, suggest that egg laying can occur at any level of their depth distribution. The two clearly different egg masses of *L. forbesi* observed in Horta (*L. vulgaris* is not present in the Azores), deserve some further comments. Spawnings of about 4,500 and 900 eggs respectively, could be due to spawners of different size, a large and a small female respectively (*de facto* the former was due to a large female, 35 cm ML). However also the modes of egg laying changed completely: inside a hollow object and on stones on the bottom, respectively.

In the literature, such different modalities of egg laying are generally ascribed to different species or subspecies of Loliginid squids: the two subspecies of *L. vulgaris* can serve as examples.

In *L. vulgaris vulgaris* of the Mediterranean the eggs are commonly observed on rocky areas at about 20-30 m depth (**Fig. 3B**): they are heavier than the sea water and their placement apparently scarcely fulfils the need of visibility. Social interaction during spawning are apparently limited to the fact that females, in presence of laid eggs strings, add their own to those previously fixed on the substratum (Mangold, 1963, 1989).

On the contrary, in the other subspecies, namely *L. vulgaris reynaudii*, the mating process is very complex and there are three different ways of sperm transmission. Females, already mated and bearing sperm in a buccal receptacle, reach mating arenas, i.e. areas covered by several egg mops (1-3 m diameter). Around each mop agonistic behavior of large males and intrusion of sneaker males are observed (Sauer et al., 1997; Hanlon et al., 2002). Winner males transfer their spermatophores inside the mantle of the female; sneaker males to the egg mass which is forming in the arms of females. The result is that multiple paternity is assured to eggs of a single capsule (Shaw and Sauer, 2004). The egg masses erected on the bottom, are very visible and they represent important visual signals for the spawners. In fact, large males wait for the arrival of females remaining near egg masses and after mating they escort the female to the mops (Hanlon et al., 2002). Touching egg strands, males also take specific reproductive pheromones (Buresh et al., 2003).

In southern populations of *L. forbesi* two modes of egg laying have been observed: a) egg capsules heavier than sea water which hang from the substratum like those of *L. vulgaris*: examples can be found in the egg capsule figured by Boletzky (1987) and those found in the octopus trap of Horta (Porteiro & Martins, 1992); b) egg capsules lighter than sea water which are standing on the substratum: examples are egg masses adhering to small stones of the bottom (Porteiro et al., 1990), as well as those laid on *Isidella elongata* (**Fig. 3A**). The latter capsules had to be light, otherwise a more robust part of the colony should have been used. This kind of egg strands suggest their collocation in mating fields. May these different modalities of egg laying be related to the age of females? Taking into account that an intermittent terminal spawning occurs in Loliginidae (Rocha & Guerra, 1996) and that the firmness of body tissues of the spawners declines with time (Macewicz et al., 2004) this supposition seems reasonable. Older females, i.e. those engaged in the last steps of spawning, might produce a lighter jelly and buoyant egg strands, which could be more suitable for mating arenas. Loliginid squids show the most complex social behavior, particularly in the genus *Sepioteuthis* (Moyniham & Rodaniche, 1982); in the genus *Loligo* top performances are assigned to older and larger individuals, in particular to large males which are the leaders of nuptial choreographies (Sauer et al., 1997) but could also be assigned to large females. If it is so, it is not surprising to find such strategy in *L. forbesi*, the species that reaches the largest sizes and the most important sexual dimorphism. However, many questions remain to be answered: why sometime egg laying seems occasional and sometime so "organized"? Are the latter phenomena related to population densities?

The most recent record of an egg mass of *L. forbesi* in the Mediterranean was reported in the Aegean Sea (Salman & Laptikhovsky, 2002). On March 1996, two egg masses were recovered from a depth of 720-740 m attached to small rubble; embryos were in an advanced phase of development. This record is very similar to the present one and for both the transport of detached materials cannot be excluded. However every new find of bathyal location of eggs reinforce the possibility of real very deep egg laying. Moreover, the detail of the small stones recall the existence of light egg strands, erect on the bottom, i.e. probably laid by old and/or large females which could live deeper than young females.

Conclusions

In conclusion, along the major axis of its distribution, from the Aegean Sea to the Azores, *Loligo forbesi* appears to be a deep water species – circalittoral and bathyal – which lives in a vertical space of about 500 meters and has spawning grounds around the shelf break and on the muddy bottoms of the slope. In the Mediterranean this habitat is homogeneous in terms of temperature (13-14°C); in fact, in this optimal temperature the development occurs in 60 days (Boletzky, 1987) and produces hatchlings measuring 4.5 mm ML.

Recruitment processes are not well known, however the distribution of young individuals is connected with the shallower levels at about 60-80 m. Sporadical observations on the behaviour of captive specimens suggest complex social interactions regarding mating and egg laying, in particular competition among large males, and the production of buoyant egg strings, suitable to assume maximum visibility on their substratum.

Are the above-mentioned features present also in the latitudinal axis of distribution of *L. forbesi*, from Morocco to Norway, and how far can they be tracked to the North?

Genetic studies have separated *L. forbesi* of the Azores from North European populations, from North Spain to the British Isles, at the level of subspecies (Brierley et al., 1995): have the two subspecies, which remain unnamed probably because of unresolved affinities of the genus (Vecchione et al., 1998), identical reproductive features?

Spawning areas similar, depth-wise, to the Mediterranean ones were reported by Lordan & Casey (1999) offshore the coast of Brittany. At the end of March 1995 a large amount of egg masses were found in a haul carried out at 135 m; the bottom temperature was about 11°C. This record may be very important to explain the reproductive biology of *L. forbesi*. In fact it represents the most recent documentation of the existence of spawning fields on muddy bottom, after those indicated by the use of *Isidella elongata* in the Mediterranean.

In the following years, two other records, less important as quantities, occurred west of Ireland, at 300 and 500 m, with bottom temperatures of 10.7°C and 10.8°C respectively (Lordan & Casey, 1999). These, in the opinion of the authors, could have been detached eggs that were not laid in the area where they were caught. All other egg masses mentioned in the literature of the British Isles (e.g. Lum-Kong et al., 1992; 1993; Collins et al., 1995; Gowland et al., 2003) were found in coastal shallow waters and frequently on artificial substrata, such as creels for lobsters. The possibility of two kinds of egg laying is thus confirmed also in NE Atlantic populations albeit at different latitudinal levels (North France and Ireland-Scotland respectively).

The Channel could be a significant boundary for *L. forbesi*, separating boreal neritic and deeper southern forms (Tait, 1968). However, as already noted, genetic studies contrast such hypothesis indicating a homogeneous population stretching from N Portugal to Scotland (Shaw et al., 1999). Unfortunately, southern continental populations, including all the Mediterranean ones, remain unexplored from a genetical point of view.

These brief notes on spawning characteristics of Loliginidae, indicate that many aspects, ranging from genetics to social behaviour, remain to be studied in the Mediterranean.

Reproductive strategies are certainly one of the most interesting aspects, because they can be related to the fishery management (Pierce et al., 2006) as well as to cephalopod general biology and evolution.

Acknowledgements

We wish to thank prof. Roberto Pronzato for the kind permission to use his underwater photograph of *Loligo* egg masses in this paper.

References

ALEXEYEV D.O., 1992. The systematic position of bioluminescent squids of the family Loliginidae (Cephalopoda, Myopsida). *Zoologeskiy Zhurnal*, **71** (11): 12-23.

BELCARI P. & SARTOR P., 1993. Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Scientia Marina*, **57** (2-3): 145-152.

BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPACOSTANTINOU C., RELINI G. & SOUPLET A., 2002. The general specifications of the MEDITS surveys. *Scientia Marina*, **66** (suppl. 2): 9-17.

BOLETZKY S.V., 1987. On egg and capsule dimensions in *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda): a note. *Vie et Milieu*, **37**: 187-192.

BOLETZKY S.V. & MANGOLD K., 1985. *Loligo forbesi* in the northwestern Mediterranean (Mollusca: Cephalopoda). *Rapports et procès verbaux de la Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **29** (8): 245-246.

BRIERLEY A.S., THORPE J.P., PIERCE G.J., CLARKE M.R. & BOYLE P.R., 1995. Genetic variation in the neritic squid *Loligo forbesi* (Myopsidae: Loliginidae) in the notheast Atlantic Ocean. *Marine Biology*, **122**: 79-86.

BURESCH K.C., BOAL J.G., KNOWLES J., DEBOSE J., NICHOLS A., ERWIN A., PAINTER S.D., NAGLE G.T. & HANLON R.T., 2003. Contact chemosensory cues in egg bundles elicit male-male agonistic conflicts in the squid *Loligo pealeii* (Mollusca: Cephalopoda). *Journal of Chemical Ecology*, **29**: 547-560.

COLLINS M.A., BURNELLL G.M. & RODHOUSE P.G., 1995. Recruitment, maturation and spawning of *Loligo forbesi* Steenstrup (Cephalopoda: Loliginidae) in Irish waters. *ICES Journal of Marine Sciences*, **52**: 127-137.

CUCCU D., ADDIS P., DAMELE F. & MANFRIN G., 2003. Primo censimento della teutofauna dei mari circostanti la Sardegna. *Biologia Marina Mediterranea*, **10** (2): 795-798.

D'ONGHIA G., MATARRESE A., TURSI A., MAIORANO P. & PANETTA P., 1995. Osservazioni sulla teutofauna epi e mesobatiale nel Mediterraneo orientale (Mar Ionio e Mar Egeo). *Biologia Marina Mediterranea*, 2 (2): 199-204.

GOWLAND F.C., BOYLE P.R. & NOBLE L.R., 2002. Morphological variation provides a method of estimating thermal niche in hatchlings of the squid *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda). *Journal of Zoology*, **258**: 505-513.

GOWLAND F.C., BOYLE P.R. & NOBLE L.R., 2003. Asymmetry in the embryonic chromatophore pattern of the squid *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda): a proxy for developmental instability. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **83**: 1101-1105.

GUERRA A., 1992. Mollusca Cephalopoda. In Ramos M.A. et al. (eds.), *Fauna Iberica*. Vol. 1. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 327 pp.

HANLON R.T., SMALE M.J. & SAUER W.H.H., 2002. The mating system of the squid *Loligo vulgaris reynaudii* (Cephalopoda, Mollusca) off south Africa: fighting, guarding, sneaking, mating and egg laying behavior. *Bullettin of Marine Science*, **71**: 331-345.

HOLME N.A., 1974. The biology of *Loligo forbesi* Steenstrup (Mollusca: Cephalopoda) in the Plymouth Area. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **54**: 481-503.

ISSEL R., 1931. Cefalopodi. *Enciclopedia Italiana Treccani*. Vol. 9: 638-647.

JATTA G.I., 1896. Cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **23**: 1-268 + 30 plts.

LEFKADITOU E., MYTILINEOU CH., MAIORANO P. & D'ONGHIA G., 2003. Cephalopod species captured by deep-water exploratory trawling in the Northeastern Ionian Sea. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, **31**: 431-440.

LO BIANCO S., 1909. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitteilungen des Zoologische Station Neapel*, **19**: 51-761.

LORDAN C. & CASEY J., 1999. The first evidence of offshore spawning in the squid species *Loligo forbesi*. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **79**: 379-381.

LUM-KONG A., 1993. Oogenesis, fecundity and pattern of spawning in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae). *Malacological Review*, **26**: 81-88.

LUM-KONG A., PIERCE G.J. & YAU C., 1992. Timing of spawning and recruitment in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Scottish waters. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **72**: 301-311.

MACEWICZ B.J., HUNTER J.R., LO N.C.H. & LACASELLA E.L., 2004. Fecundity, egg deposition, and mortality of market squid (*Loligo opalescens*). *Fishery Bulletin*, **102**: 306-327.

MANGOLD-WIRZ K., 1963. Biologie des céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, **13**: 1-285.

MANGOLD K., 1989. Céphalopodes. In P.P. Grassé (ed.), *Traité de Zoologie*. Vol. 5 (4), Masson, Paris, 804 pp.

MANNINI P. & VOLPI C., 1989. Nota sulla presenza e distribuzione di alcuni cefalopodi del Tirreno settentrionale. *Oebalia*, **15**: 693-701.

MARTINS H.R., 1982. Biological studies of the exploited stock of *Loligo forbesi* (Cephalopoda) in the Azores. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **62**: 799-808.

MORTON B., BRITTON J.C. & FRIAS MARTINS A.M., 1998. *Ecologia Costeira dos Açores*. Sociedade Alfonso Chaves, Associação de Estudios Açoreanos, Ponta Delgada, 249 pp.

MOYNIHAN M. & RODANICHE F., 1982. The behavior and natural history of the Caribbean reef squid *Sepioteuthis sepioidea* with a consideration of social, signal and defensive patterns for difficult and dangerous environments. *Advances in ethology*, **25** (suppl. to *Journal of Comparative Ethology*), 151 pp.

NAEF A., 1923. Cephalopoda. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, **35**: 1-917 (translated from the German by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1972).

NESIS K.N., 1971. *Selected English translation of publications on cephalopods*. Compiled by M.J. Sweeney, Smithsonian Institution Library, **2**: 291 pp.

NIELSEN J.N., 1912. Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. *Report of the Danish Oceanographical Expedition in the Mediterranean*, **1**: 77-192.

PÉRÈS J.M. & PICARD J., 1964. Nouveau manuel de bionome benthique de la Mer Méditerranée. *Recueille des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, **31** (47): 1-137.

PIERCE G.J., HASTIE L.C., GUERRA A., THORPE R.S., HOWARD F.G. & BOYLE P.R., 1994. Morphometric variation in *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris*: regional, seasonal, sex, maturity and worker differences. *Fisheries Research*, **21**: 127-148.

PIERCE G.J., YOUNG I.A.G., STOWASSER G., SANTOS M.B., WANG J., BOYLE P.R., SHAW P.W., BAILEY N., TUCK I. & COLLINS M.A., 2006. The Moray Firth directed squid fishery. *Fisheries research*, **78**: 39-43.

PORTEIRO F.M. & MARTINS H.R., 1992. First find of natural laid eggs from *Loligo forbesi* Steenstrup, 1856 (Mollusca: Cephalo-

poda) in the Azores. *Arquipelago. Life and Earth Sciences*, **10**: 119-120.

Porteiro F.M., Martins H.R. & Hanlon R.T., 1990. Some observations on the behaviour of adult squids, *Loligo forbesi*, in captivity. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **70**: 459-472.

Quetglas A., Carbonell A. & Sanchez P., 2000. Demersal continental shelf and upper slope cephalopod assemblages from the Balearic Sea (North-Western Mediterranean). Biological aspects of some deep-sea species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **50**: 739-749.

Ragonese S. & Jereb P., 1986. *Loligo forbesi* Steenstrup, 1856 (Cephalopoda: Loliginidae) nel versante siciliano del "mare pelagico" (canale di Sicilia): nota preliminare sulla distribuzione, composizione per taglia e biologia riproduttiva. *Nova Thalassia*, **8** (suppl. 3): 529-535.

Relini G., De Rossi C., Piano T. & Zamboni A., 2002. Osservazioni sui cefalopodi dei fondi strascicabili liguri. *Biologia Marina Mediterranea*, **9** (1): 792-795.

Ria M., Rustighi C., Casotti M., Silvestri R. & Baino R., 2005. Note sulla distribuzione e biologia di *Loligo vulgaris* e *Loligo forbesi* nelle acque toscane. *Biologia Marina Mediterranea*, **12** (1): 575-579.

Rocha F. & Guerra A., 1996. Signs of an extended and intermittent terminal spawning in the squids *Loligo vulgaris* Lamarck and *Loligo forbesi* Steenstrup (Cephalopoda: Loliginidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **207**: 177-189.

Roper C.F.E., Sweeney M.J. & Nauen C.E., 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fishery Synopsis*, **125** (3): 1-277.

Salman A. & Laptikhovsky V., 2002. First occurrence of egg masses of *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in deep waters of the Aegean Sea. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, **82**: 925-926.

Sauer W.H.H., Roberts M.J., Lipinski M.R., Smale M.J., Hanlon R.T., Webber D.M. & O'Dor R.K., 1997. Choreography of the squid's "nuptial dance". *The Biological Bullettin*, **192**: 203-207.

Segawa S., Yang W.T., Marthy H.J. & Hanlon R.T., 1988. Illustrated embryonic stages of the eastern squid *Loligo forbesi*. *The Veliger*, **30**: 230-243.

Shaw P.W. & Sauer W.H.H., 2004. Multiple paternity and complex fertilisation dynamics in the squid *Loligo vulgaris reynaudii*. *Marine Ecology Progress Series*, **270**: 173-179.

Shaw P.W., Pierce G.J. & Boyle P.R., 1999. Subtle population structuring within a highly vagile marine invertebrate, the veined squid *Loligo forbesi*, demonstrated with microsatellite DNA markers. *Molecular Ecology*, **8**: 407-417.

Tait R.V., 1968. In *Elements of Marine Ecology, an introductory course*. Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., London, 272 pp.

Vecchione M., Brakoniecki T.F., Natsukari Y. & Hanlon R. T., 1984. A provisional generic classification of the family Loliginidae. In *Systematics and biogeography of Cephalopods*. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **586**: 215-222.

Lavoro ricevuto il 2 febbraio 2006
Lavoro accettato il 6 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 35-38 (suppl. 2009)

Occurrence of an egg mass of *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda: Teuthida) in the Strait of Messina (Italy), locus typicus of the species

Vinicio Biagi (†)* & Giambattista Bello (✉)#

* Via Indipendenza 143, 57029 Venturina (Li), Italy

Arion, C.P. 61, 70042 Mola di Bari, Italy, giabello@libero.it

(✉) Corresponding Author

Abstract

An egg mass of the diamond-shaped squid, *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda: Teuthida), was found in the harbour of Reggio Calabria (Strait of Messina). It was 60 cm long and was estimated to contain 15,000 eggs. A general description of *T. rhombus* egg masses is reported. An account of former occurrences of such egg masses in the Mediterranean is given. The Strait of Messina is the *locus typicus* of *T. rhombus*; the first described egg mass was also collected there. This peculiar marine district is hypothesized to be a preferential spawning area for this squid.

Riassunto

Viene segnalato il ritrovamento di un nidamento di totano rombo, *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda: Teuthida), nel porto di Reggio Calabria (Stretto di Messina, Mediterraneo). Si è stimato che il nidamento, lungo 60 cm circa, contenesse 15.000 uova. In aggiunta alla descrizione generale degli ammassi ovigeri di *T. rhombus*, vengono riassunti i loro precedenti ritrovamenti mediterranei. Lo Stretto di Messina rappresenta il *locus typicus* della specie, nonché il luogo dove fu rinvenuto il primo nidamento della stessa specie riportato in letteratura. Si ipotizza che lo Stretto, grazie alle sue peculiarità idrodinamiche, costituisca un sito preferenziale per la deposizione di uova da parte di *T. rhombus*.

Key words

Cephalopoda, Thysanoteuthidae, egg mass, Strait of Messina, Mediterranean Sea.

Introduction

The diamond-shaped squid, *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, 1857 (Cephalopoda: Teuthida: Thysanoteuthidae), is an epipelagic oceanic species living in warm and temperate waters of the world ocean, including the Mediterranean Sea (Clarke, 1966). It is a fairly large species, one of the largest squid in the Mediterranean; it reaches at least 100 cm in mantle length (ML) and 20 kg in weight (Roper et al., 1984). This squid is comparatively common in the Mediterranean (see review in Bello, 1999 and 2009). In the Italian waters, several large specimens have been caught by sport fishermen by means of fishing-line (Biagi, 1992), whereas subadults and juveniles have been netted by *cianciolo*, a type of purse-seine for blue fish (Biagi, 1982 and pers. obs.).

Thysanoteuthis rhombus was first described on a specimen collected in the Strait of Messina (Troschel, 1857), a channel connecting the Tyrrhenian to the Ionian Sea, which is the Mediterranean site that has provided the most copious wealth of oceanic species.

The first egg mass of *T. rhombus* to be described was also collected in the Messina Strait (Sanzo, 1929). This description, in addition to the egg mass gross morphology, includes egg capsules and embryos; the identification to *T. rhombus* was based upon the examination of embryos and hatchlings (Sanzo, 1929). Half a century later, some fifteen egg masses of *T. rhombus* had been reported from the tropical and subtropical waters of the Atlantic and Pacific Oceans. As for the Mediterranean, a second egg mass was described by Guerra & Rocha (1997); it was collected about 160 km south of Formentera (Balearic Islands) and about 80 km off the Algerian coast; finally, Guerra et al. (2002) reported three more egg masses from the Mediterranean westernmost areas: two of them from the Alboran Sea off the Spanish coast and one farther east, off Cartagena (Murcia).

The description of *T. rhombus* egg masses reported in several works (e.g. Billings et al., 2000; Guerra et al., 2002) may be summarized thus: sausage-shaped, sometimes folded up or spirally coiled; length 60 to 200 cm; diameter 10 to 30 cm; texture gelatinous, dense, and elastic; egg capsules purple-coloured, arranged in two parallel and closely spaced coiled lines in the outermost layer of the mass; each capsule containing a single egg. Nigmatullin et al. (1995) hypothesized that females have either one of two different ways of spawning such a peculiar egg mass, so far unique among cephalopods (**Fig. 1**).

The number of eggs in each mass is proportionate to its size; estimates from examined masses range from 35,000 to 180,000 eggs (Billings et al., 2000; Guerra et al., 2002).

The egg masses, obviously devoid of any motion of their own, seem to be neutrally buoyant and fit into the megaloplankton. All the diamond-shaped squid egg masses reported so far have been observed or collected close to the sea surface.

Much information on the reproductive biology of *T. rhombus* is reported by Arkhipkin et al. (1983), Sabirov et al. (1987) and Nigmatullin et al. (1991, 1995).

In this paper, we report the finding of a *T. rhombus* egg mass in the harbour of Reggio Calabria, on the eastern coast of the Messina Strait. This is the second report of

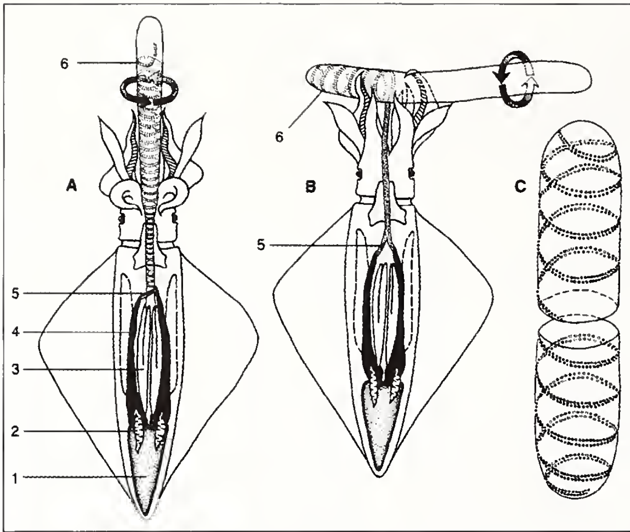


Fig. 1. *Thysanoteuthis rhombus.* **A** and **B**: two possible ways of egg mass construction by females. **C**: schematic diagram of egg mass: 1: ovary; 2: oviduct; 3: nidamental glands; 4: oviductal glands; 5: secretion of oviductal glands with ripe eggs; 6: egg mass (after Nigmatullin et al., 1995: p. 85).

Fig. 1. *Thysanoteuthis rhombus.* **A** e **B**: possibili alternative di produzione del nidamento da parte della femmina. **C**: disegno schematico di nidamento. 1: ovario; 2: ovidutto; 3: ghiandole nidamentali; 4: ghiandole dell'ovidutto; 5: secrezione delle ghiandole dell'ovidutto contenente le uova mature; 6: nidamento (da Nigmatullin et al., 1995: p. 85).

such egg masses in Italian waters and in the central Mediterranean and the sixth report in the whole Mediterranean basin. In addition to these findings, there are two photographic records of such egg masses in the website www.mondomarino.net: a photo by Guido Picchetti labelled "Calamaro: uova (*Thysanoteuthis rhombus*)" ["Squid: eggs (*Thysanoteuthis rhombus*)"] and a set of three photos by Alberto Romeo labelled "Calamaro: uova planctoniche (*Thysanoteuthis rhombus*)" ["Squid: planktonic eggs (*Thysanoteuthis rhombus*)"]; these photos were taken in the waters of the Sicilian islands of Pantelleria and Ustica respectively.

Material and results

The egg mass was observed in the harbour of Reggio Calabria passively floating just below the sea surface, in late spring 2003. Its estimated length upon close observation was 60 cm. An attempt to collect the mass with a dip net was unsuccessful; however it showed that the seemingly gelatinous egg mass was firm and heavy, thus suggesting that it was solid.

Just below the whole mass surface there were small round structures, about 3 mm in diameter, arranged in transverse coils with respect to the longitudinal axis of the cylindrical mass. A jellyfish, *Pelagia noctiluca* (Forskål, 1775), adhered to the egg mass surface. A photograph of the egg mass taken perpendicularly to it (**Fig. 2**) allows the following remarks.

Size: the cylinder diameter is estimated at 15 cm, based on its length = 60 cm. Its surface, calculated by the formula

$$S = \pi\, ø\, h$$

(where $ø$ and h are diameter and length of the cylinder, respectively), is about 2,800 cm^2; the volume, calculated by the formula

$$V = \pi\, (ø/2)^2\, h$$

is about 10,600 cm^3; based on the neutral buoyancy of the egg mass and the density of sea water, the estimated weight of the egg mass is somewhat more than 10 kg. Lastly, using the data by Guerra et al. (2002: table I), we calculated that *T. rhombus* egg masses bear on average 5.3 eggs/cm^2 surface. According to such a density value, the estimated number of eggs of the mass described herein is about 15,000.

Colour: the egg mass is transparent, but the capsules are dark red to purple and give an overall pinkish coloration to the mass. In some areas of the cylinder, the double line of spirally coiled egg capsules is clearly evident.

Discussion

The egg mass of *Thysanoteuthis rhombus* described in this report was found in the Messina Strait, *locus typicus* of the species (Troschel, 1857), where an egg mass of the same species was first recorded (Sanzo, 1929). In the past centuries many new species, mostly deep pelagic, have been discovered in the Messina Strait thanks to the strong tidal currents, which run alternatively from the north to the south and *vice versa*, and to the up-welling (Mazzarelli, 1909). The occurrence of a *T. rhombus* egg mass in the harbour of Reggio Calabria, which is U-shaped and widely open to the north, is probably due to such currents. Guerra et al. (2002) hypothesized that *T. rhombus* lays its eggs in waters with strong currents, such as the westernmost Mediterranean area.

We maintain that another factor is important in the selection of the spawning site, that is food availability (see also Miyahara et al., 2006). This squid grows rather fast, especially when adequate quantities of food are available (Nigmatullin et al., 1995). Arkhipkin & Nigmatullin (1997) showed that the modes of life and reproduction of some teuthids are strongly linked to food availability at different stages of their biological cycle (in addition to protection from potential predators); the Messina Strait with its strong upwelling phenomena can satisfy the feeding needs of early juvenile *T. rhombus*. Incidentally, many other species with high growth rates at their early stages, such as the swordfish, reproduce preferentially in areas with strong upwelling such as the Messina Strait (Bello, 1984). Moreover, the reports of reproductive pairs from this area (Biagi, 1992; Giordano et al., 1998; Bello, 1999) further support that the Messina Strait is one of the breeding sites for *T. rhombus* (this is the only cephalopod known to form stable breeding pairs all along the reproductive period, during which "pulsating" or "multiple" spawning occurs [Nigmatullin et al., 1995]). Pairs of diamond-shaped squid have also been reported in other Mediterranean locations, such as the Aegean Sea (Vardala-Theodorou et al., 1991); paired unsexed adult specimens (Templado & Luque in Guerra, 1992; Jereb &



Fig. 2. *Thysanoteuthis rhombus* egg mass observed in the harbour of Reggio Calabria (southern Italy) (photo by G. Rizzica).

Fig. 2. Nidamento di *Thysanoteuthis rhombus* osservato nel porto di Reggio Calabria (foto G. Rizzica).

Ragonese, 1994) most probably represent reproductive pairs too. The finding of early juveniles in the southernmost Tyrrhenian Sea (Degner, 1925), fairly close to the Messina Strait, also supports the hypothesis that this is a preferential reproductive area.

The estimated number of eggs in the Reggio Calabria *T. rhombus* egg mass is the smallest ever reported. As regards the size of the egg mass and the number of egg-capsules, we suggest that the diameter of the egg mass might be related to the female size (see Nigmatullin et al., 1995), whereas its length is mainly due to the quantity of eggs laid and, in turn, to the quantity of mature oocytes stored in the oviducts. The latter are comparatively small and contain about 150,000 oocytes at the most, i.e., a small fraction of a female total oocyte production, which amounts to 3 to 5 million (Nigmatullin et al., 1995); as already pointed out here above, *T. rhombus* is a multiple spawner.

Acknowledgements

We thank our friend Guglielmo Rizzica for his report and photograph of the egg mass described in this work, and Dr. Andrea Biddittu for some valuable suggestions.

References

Arkhipkin A.I. & Nigmatullin C.M., 1997. Ecology of the oceanic squid *Onychoteuthis banksi* and the relationship between the genera *Onychoteuthis* and *Chaunoteuthis* (Cephalopoda: Onychoteuthidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **77**: 839-869.

Arkhipkin A.I., Nigmatullin C.M., Sabirov R.M., Shilin K.D., 1997. Sexual system morphology and peculiarities of functioning of squid *Thysanoteuthis rhombus*. In *Taxonomy and ecology of cephalopods*. Leningrad, Nauka Press: 59-61.

Bello G., 1984. Reflections on the genetic migrations of the swordfish, *Xiphias gladius* L. (Osteichthyes, Xiphiidae), in relation to water density. *Quaderni dell'Istituto di Idrobiologia e Acquacoltura "G. Brunelli"*, **4**: 3-15.

Bello G., 1999. New records of *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda, Thysanoteuthidae) in the Mediterranean Sea. *Bollettino Malacologico*, **34**: 125-128.

Bello G., 2009. On the presence of *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda: Thysanoteuthidae) in the Adriatic Sea. *Marine Biodiversity Records*, **2**, e154.

Biagi V., 1982. Sul rinvenimento di un giovane esemplare di *Thysanoteuthis rhombus* Troschel (Cephalopoda-Teuthoidea) in acque elbane. *Bollettino Malacologico*, **18**: 137-144.

Biagi V., 1992. I totani dei ciclopi. *Pesca in Mare*, **8** (11): 90-93.

Billings V.C., Sullivan M. & Vine H., 2000. Sighting of *Thysanoteuthis rhombus* egg mass in Indonesian waters and observations of embryonic development. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **80**: 1139-1140.

Clarke M.R., 1966. A review of the systematics and ecology of oceanic squids. *Advances in Marine Biology*, **4**: 91-300.

Degner E., 1925. Cephalopoda. *Reports of the Danish Oceanographic Expeditions 1908-10 to the Mediterranean and Adjacent Seas*, **2**, C. 1: 1-94.

Giordano D., Perdichizzi F. & Greco S., 1998. About a couple of *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda, Thysanoteuthidae) found in the Strait of Messina (Sicily). *Rapports et procès-verbaux des réunions, Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **35**: 436-437.

Guerra A., 1992. Mollusca, Cephalopoda. *Fauna Ibérica*. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, vol. 1, 327 pp.

Guerra A., González A., Rocha F.J., Sagarminaga R. & Cañadas A., 2002. Planktonic egg masses of the diamond-shaped squid *Thysanoteuthis rhombus* in the eastern Atlantic and the Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research*, **24**: 333-338.

Guerra A. & Rocha F., 1997. On a floating egg mass of the diamond shaped squid *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda: Thysanoteuthidae) in the western Mediterranean. *Iberus*, **15**: 125-130.

Jereb P. & Ragonese S., 1994. Su due grandi esemplari di *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda, Thysanoteuthidae), catturati a Mazara del Vallo (Canale di Sicilia, Mediterraneo Centrale). *Biologia Marina Mediterranea*, **1** (1): 289-290.

Mazzarelli G., 1909. Gli animali abissali e le correnti sottomarine dello Stretto di Messina. *Rivista Mensile di Pesca e Idrobiologia*, **11**: 177-218.

Miyahara K., Fukui K., Ota T. & Minami T., 2006. Laboratory observations on the early life stages of the diamond squid *Thysanoteuthis rhombus*. *Journal of Molluscan Studies*, **72**: 199-205.

Nigmatullin C.M., Arkhipkin A.I. & Sabirov R.M., 1991. Structure of the reproductive system of the squid *Thysanoteuthis rhombus* (Cephalopoda: Oegospida). *Journal of Zoology*, **224**: 271-283.

Nigmatullin C.M., Arkhipkin A.I. & Sabirov R.M., 1995. Age, growth and reproductive biology of diamond-shaped squid *Thysanoteuthis rhombus* (Oegopsida: Thysanoteuthidae). *Marine Ecology Progress Series*, **124**: 73-87.

Roper C.F.E., Sweeney M.J. & Nauen C.E., 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. *FAO Fisheries Synopsis*, **125** (3): 1-277.

Sabirov R.M., Arkhipkin A.I., Tsygankov V.Y. & Shchetinnikov A.S., 1987. Egg laying and embryonic development of diamond-shaped squid, *Thysanoteuthis rhombus* (Oegopsida: Thysanoteuthidae). *Zoologicheskii Zhurnal*, **66**: 1155-1163.

Sanzo L., 1929. Nidamento pelagico, uova e larve di *Thysanoteuthis rhombus* Troschel. *Memorie del Regio Comitato Talassografico Italiano*, **161**: 1-10.

Troschel F.H., 1857. Bermerkungen über die Cephalopoden von Messina. *Archiv für Naturgeschichte*, **23**: 40-76.

Vardala-Theodorou E., Giamas P. & Dimitropoulos A., 1991. A short notice on the occurrence of a pair of *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, 1857 in southern Euboic Gulf. *Bollettino Malacologico*, **27**: 25-34.

Lavoro ricevuto il 4 settembre 2005
Lavoro accettato il 6 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 39-42 (suppl. 2009)

Records of cephalopod eggs and embryos: what do we need?

Sigurd v. Boletzky

CNRS, Observatoire Océanologique de Banyuls, Laboratoire Arago, BP 44, 66651 Banyuls-sur-Mer, France, boletzky@obs-banyuls.fr

Abstract

Cephalopod eggs can be collected under the most varied circumstances, in the sea, aboard a ship, on a beach, or in an aquarium. Unless one is absolutely certain that the material found is well known and thoroughly described (including data on seasonal occurrence) in the literature, one should keep a record of the find. This note provides some recommendations to observers and collectors on how to handle such material.

Riassunto

Uova di cefalopodi possono essere raccolte in svariatissime circostanze, nel mare, a bordo di imbarcazioni, sulla spiaggia o in acquario. A meno che non si sia assolutamente sicuri che il materiale rinvenuto sia ben noto e soddisfacentemente descritto nella letteratura scientifica (dati relativi alla stagionalità di ritrovamento inclusi), si dovrebbe documentare il ritrovamento. Questa nota fornisce raccomandazioni sulle modalità di trattamento delle uova di cefalopodi, per chi si trovi a raccoglierle e osservarle. Le procedure raccomandate sono suddivisibili in fasi: raccolta di uova e loro immediata protezione; scelta della destinazione (coltivazione o conservazione) previa documentazione; mantenimento in laboratorio; assegnazione a stadi di sviluppo embrionale.

Key words

Cephalopod, eggs, embryos, collecting, recording.

Introduction

Cephalopod eggs, of inshore species in particular, are often produced by captive females in aquaria. Eggs may also be collected by divers in the field, or they are recovered by beach-combers if egg masses are cast ashore. Female octopuses are frequently found together with the eggs they have produced. In the Mediterranean, female octopus brooding their eggs in an old car tire are fairly common finds in trawl catches. After a heavy storm even pelagic octopods, which are normally off-shore, e.g. *Argonauta argo* Linnaeus, 1758 (Biagi, 1978) or *Ocythoe tuberculata* Rafinesque, 1814 (Biagi, 1980), are sometimes found on beaches or in harbors. Stranded *Argonauta* brood shells containing eggs may also be recovered without the mother animal (Boletzky & Centelles, 1979). In *Ocythoe* (the only ovo-viviparous octopod) eggs remain in the oviducts of the mother animal until the young hatch; so embryonic stages cannot be studied without dissecting the female (Naef, 1923).

Whatever the special situation in which cephalopod eggs are collected, the problem that faces an observer is how to keep a record of the find allowing subsequent studies to be achieved (by himself/herself, or by others) using the collected material. This problem is particularly acute if the eggs observed are likely to belong to rare or poorly known species. There are some pitfalls to be avoided, such as the temptation to simply dump a whole egg mass into alcohol or formalin – hoping to determine later what information can be obtained from the sample.

This note gives some recommendations to observers for recording cephalopod eggs and egg masses, elaborating on earlier indications (Boletzky, 1998). For those not familiar with cephalopod eggs and egg masses, a simple cartoon (Boletzky, 1998: p. 371) provides a tentative guide.

First actions

Eggs laid in an aquarium should only be sampled if the spawning female is not heavily disturbed by the sampling procedure. This caveat is particularly important when a spawning female octopus is under observation. It is advisable to wait a day or two before pulling out a few egg strings from a freshly laid egg mass (e.g. using long forceps); the brooding female will probably grab the sampling tool and try to push or pull it out of the egg mass, without leaving her den. Cuttlefish and squids abandon the freshly spawned eggs after a spawning session, so egg samples can be taken easily. For field collections of eggs, removing octopus eggs from a deep den may be much more difficult than sampling from an aquarium.

When eggs or whole egg masses are found on the beach at low tide or after a storm, the (or some) eggs should be placed in sea water, at a temperature close to that of the natural environment (13-18°C is acceptable for nearly all cephalopod embryos in the Mediterranean). Rapid changes of temperature, especially from low to high temperature, should be avoided. Conditions that are similar to beach collecting may be encountered on a ship's deck during sorting of material from a bottom trawl catch. No matter where sorting and collecting takes place, it is always advisable to have a sea water filled bucket ready to stock the eggs until they are taken to an aquarium or laboratory.

Beach collected and trawled egg masses are likely damaged due to mechanical strain, yet embryos (if protected by envelopes/capsules) may be undisturbed, but this must be carefully checked during subsequent observations (Boletzky, 1998).

On second thoughts

As soon as live samples are safe, a decision is necessary about their future use. Whatever the decision, photographs or short video footages of whole eggs (with a scale bar or any other mark, cf. **Fig. 1A**) and of individual embryos dissected out of their envelopes (using watchmakers forceps) should be taken – along with recording a brief account of time, place, and temperature conditions. If some or all eggs can be kept alive in an aquarium, this first record will later permit the assessment of subsequent changes in (normally or abnormally) developing embryos. For the eggs that are fixed and preserved later, the first records of live embryos will provide a basis for comparisons of body proportions, including yolk sac dimensions (cf. Boletzky, 2002), before and after fixation.

Live observations can also be written down and illustrated with some carefully prepared drawings, but time constraints and working conditions rarely allow one to indulge in this traditional type of recording. Photographic (and/or video) records offer the next best solution. Even simple cameras allow one to record many embryonic structures using one ocular tube (having removed the ocular!) of a dissecting microscope. Different lighting conditions must be used, however, to show as many details as possible in an embryo. Transmitted light (**Fig. 1A** and **C**) show many fine details, but depth of focus is limited. Lateral illumination, especially above a dark background (**Fig. 1B**), often represents a compromise if dark field illumination (**Fig. 1D**) is not available.

Combined procedures

Depending on the number of eggs at hand and on the time available for live observations and fixation routines, the above-mentioned actions can be repeated for many days, until hatching of the young. Under optimal conditions (especially with eggs spawned in an aquarium) a complete series of embryonic stages, from spawning/fertilization to hatching, can thus be made available for later investigations.

For subsequent histological and/or ultra-structural studies, different fixation procedures are required. In all instances, embryos should be taken out of their envelopes before fixation. One of the best compromises is fixation of embryos in freshly prepared Bouin's solution (15 parts saturated, aqueous picric acid, 5 parts concentrated formalin, 1 part acetic acid); specimens preserved in this solution (which rapidly looses its acidity) will yield good histological preparations (normally specimens fixed in this or any other special solution [for up to 24 hours] are afterwards preserved in 70-80% ethanol). Moreover, after post-fixation in osmium tetroxide, such specimens can be metal coated for scanning electron microscopy (of course, better results are obtained after a first fixation in buffered 3.5% glutaraldehyde and post-fixation in 1% or 2% osmium tetroxide in the same buffer, e.g. a 0.2 M phosphate buffer).

An elaborate fixation protocol may thus comprise (e.g. daily) series of live observations/recordings and different fixation routines, including simple preservation using 70% ethanol (thus avoiding decalcification of calcified structures, especially statoliths). Ideally each embryo is recorded (with an individual record number) before fixation.

A collection of numbered, preserved specimens accompanied by photographs and notes (especially on holding conditions, cf. below under the chapter "Keeping eggs in the laboratory") will be exploitable by a specialist.

Staging

Sooner or later the question arises: when should the developmental stage of each embryo be determined? The answer is not as straightforward as one might expect. Depending on characters used for defining developmental stages, it will be easier to determine developmental stages in live embryos, or after fixation. An excellent staging system was worked out by Naef (1928) based on surface structures of carefully preserved embryos of various species. Arnold (1965) defined a special staging system for the squid *Loligo pealei* Lesueur, 1821, illustrated with drawings; it essentially subdivides Naef's blastula stage I into 9 stages starting from fertilization to the end of blastulation. Arnold's "hatching stage" thus is stage 30, rather than 20 (XX) as in Naef's system. Arnold's system was used for the description, with photographs, of the embryonic development of *Euprymna scolopes* Berry, 1913 (Arnold *et al.*, 1972). It also formed the basis for several other staging systems (see Boletzky, 1987).

Whatever the staging system adopted, one should remember what Naef (1928: pp. 89-90) stated for his own system: "These stages are chosen for the dibranchiates in such a way that the same numbers correspond approximately to the same developmental stage in different species, notwithstanding the existence of heterochronic shifts in different parts of the embryos". Thus, in practice, one will determine developmental stages by approximation to a given system, preferably using observations on both live and preserved embryos. With increasing insight into details of morphogenetic processes, one may finish with the necessity to introduce intercalary stages (cf. Naef, 1928).

A potential source of confusion is the so-called hatching stage (stage XX of Naef, stage 30 of Arnold). This is the developmental stage *around* which hatching *generally* occurs under natural conditions, even though there seems to be no precise physiological or morphological sign post or land mark in the embryo to define 'normal hatching' (Boletzky, 2003). When hatching occurs before the outer yolk sac has 'completely' disappeared, this can be considered premature, but at low temperatures (within the range of temperature adaptation of the species), hatching tends to occur much later, i.e. after absorption of not

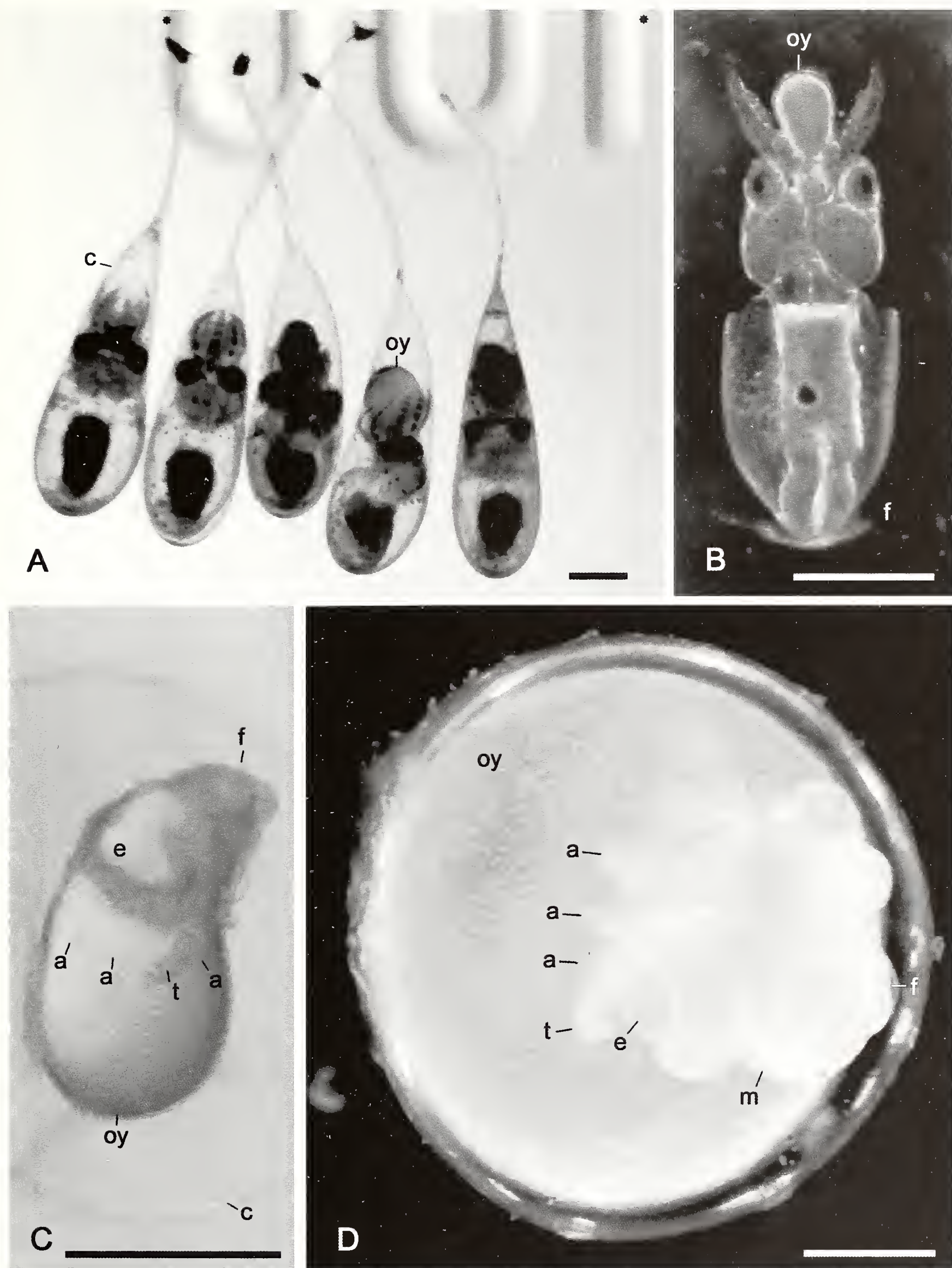


Fig. 1. A. Late embryonic stages of *Octopus macropus*. **B.** Late embryonic stage of *Alloteuthis media*. **C.** Early organogenetic stage (around stage X of Naef) of *Alloteuthis media*. **D.** Advanced organogenetic stage (around stage XIV of Naef) of *Sepia elegans*. Scale bar = 1 mm (A-D). Abbreviations: **a** = arm, **c** = chorion, **e** = eye, **f** = fin, **m** = mantle, **oy** = outer yolk sac, **t** = tentacle.

Fig. 1. A. Stadi embrionali avanzati di *Octopus macropus*. **B.** Stadio embrionale avanzato di *Alloteuthis media*. **C.** Stadio organogenetico precoce (all'incirca stadio X di Naef) di *Alloteuthis media*. **D.** Stadio organogenetico avanzato (all'incirca stadio XIV di Naef) di *Sepia elegans*. Scala = 1 mm (A-D). Abbreviazioni: **a** = braccio; **c** = corion; **e** = occhio; **f** = pinna; **m** = mantello; **oy** = sacco vitellino esterno; **t** = tentacolo.

only the outer yolk sac but also a considerable part of the inner yolk sac.

Keeping eggs in the laboratory

Squid and cuttlefish embryos surrounded by the chorion, or both the chorion and nidamental jelly envelopes can be kept in dishes containing clean sea water at temperatures not greater than 20°C, if the water is changed regularly (at least twice a day). The same is true for octopus eggs, but water quality requirements are much higher (sterile sea water being the only truly satisfactory medium). If no sophisticated culture system is available, isolated octopus eggs can be cleaned mechanically with fine brushes, or by rolling/robbing them gently between two fingers.
In spite of all the special care one may provide, cephalopod eggs kept under artificial conditions tend to show some developmental aberrations. Naef (1928: pp. 330-331) observed a particularly interesting phenomenon: "If embryos of *Sepia officinalis* [Linnaeus, 1758] at stage XVII are carefully removed from their envelopes and transferred to clean sea water […] the differentiation of the *primary lid* takes an aberrant route: it conserves and even enhances the normally transient function as a lid […]. It was a surprise to me when I found that the normal modification of the primary lid was *skipped even in total darkness* […]. It is also skipped when embryos remain in their chorion after removal of the outer gelatinous envelopes; the volume of the chorionic space then increases very strongly so that the embryo is virtually surrounded by sea water, without being otherwise exposed to a marked alteration of its living conditions".
In conclusion, only embryos freshly taken from their natural 'source' can be considered perfectly normal in terms of their developmental conditions. Thus, it is particularly important to mention in a record (observations, photography, fixation report) the time elapsed since egg sampling (cf. "Combined procedures").

Concluding remarks

Records should be as objective as possible. The example given in **Fig. 1 A** (embryos of *Octopus macropus* Risso, 1826) is instructive; the scale represented by the stamp "100" in the bottom of the container (a 100 ml plastic dish) is unmistakable, it measures 9 mm from * to *. In contrast, the scale bars in **Fig. 1 B-D** have to be 'believed'. The two embryos on the left in **Fig. 1 A** are clearly ready to hatch, whereas the other three have more or less sizable outer yolk sacs (for details see Boletzky et al., 2002). Hatchlings prematurely leaving the chorion at that stage may still be viable, however, as the outer yolk sac may be dropped. A similar stage of *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758) (**Fig. 1** B) could thus be taken for a prematurely hatched animal, but in fact the original (untrimmed!) photograph would show the greatly expanded chorion (as in **Fig. 1 C**, which represents an early stage of organogenesis in lateral view). That the outer envelopes of the cuttlefish egg were removed before **Fig. 1 D** was taken must be emphasized here, whereas a complete photographic record of the eggs of *Sepia elegans* Blainville, 1827 would indeed demonstrate the difference between natural condition and present 'preparation' (cf. Boletzky, 1998: Fig. 3).
Observing live cephalopod embryos is always thrilling, and the enthusiasm thus experienced should be utilized for the records. There are certainly many more interesting things to be expected during embryological observations than the act of putting a stage number on a label to go into a fixation vial.

Acknowledgments

I thank Dr. Michele Nishiguchi (Biology Dept. NMSU, Las Cruces, USA) for reviewing the manuscript.

References

ARNOLD J.M., 1965. Normal embryonic stages of the squid *Loligo pealei* (Lesueur). *Biological Bulletin*, **128**: 24-32.
ARNOLD J.M., SINGLEY C.T. & WILLIAMS-ARNOLD L.D., 1972. Embryonic development and post-hatching survival of the sepiolid squid *Euprymna scolopes* under laboratory conditions. *The Veliger*, **14**: 361-364.
BIAGI V., 1978. Sul rinvenimento e la cattura di un esemplare vivente di *Argonauta argo* L. femmina nel Golfo di Baratti (Piombino) e osservazioni sull'animale vivente in acquario. *Conchiglie*, **14**: 119-134.
BIAGI V., 1980. Sul rinvenimento e la cattura di un esemplare vivente di *Ocytoe tuberculata* (Raf.) femmina (Cephalopoda-Octopoda) nelle acque del Canale di Piombino. *Bollettino Malacologico*, **16**: 41-52.
BOLETZKY S.v., 1987. Embryonic phase. In Boyle P.R. (ed.), *Cephalopod Life Cycles*. Vol. II. Academic Press, London: pp. 5-31.
BOLETZKY S.v., 1998. Cephalopod eggs and egg masses. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, **36**: 341-371.
BOLETZKY S.v., 2002. Yolk sac morphology in cephalopod embryos. In Summesberger H., Histon K.& Daurer A. (eds.), Cephalopods - Present and Past. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, **57**: 57-68.
BOLETZKY S.v., 2003. Biology of early life stages in cephalopod molluscs. *Advances in Marine Biology*, **44**: 143-204.
BOLETZKY S.v. & CENTELLES J., 1979. *Argonauta argo* (Mollusca: Cephalopoda) dans la région de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, **28-29** AB: 659-660.
BOLETZKY S.v., FUENTES M.& OFFNER N., 2002. Developmental features of *Octopus macropus* Risso, 1826 (Mollusca, Cephalopoda). *Vie et Milieu*, **52**: 209-215.
NAEF A., 1923. Die Cephalopoden (Systematik). *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, **35** (I-1): 1-863, 56 plates [English translation 1972 available from Smithsonian Institution Libraries, Washington D. C. 20560, USA].
NAEF A., 1928. Die Cephalopoden (Systematik). *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, **35** (I-2): 1-357 [English translation 2000 available from Smithsonian Institution Libraries, Washington D. C. 20560, USA].

Lavoro ricevuto il 9 agosto 2005
Lavoro accettato il 23 giugno 2009

Boll. Malacol., **45**. 43-45 (suppl. 2009)

One century of teuthological records from the Catalan sea

Pilar Sanchez

Institut de Ciències del Mar-CSIC, P. Marítim de la Barceloneta 37-49, 08003 Barcelona, Spain, pilar@cmima.csic.es

Abstract
A commented list of the cephalopod fauna of the Catalan Sea (north-western Mediterranean) is reported. Out of 66 species mentioned for the Mediterranean Sea, 50 have been reported in the Catalan Sea from 1893 to the present.

Riassunto
Viene presentata una breve revisione storica della composizione della teutofauna del Mare Catalano (Mediterraneo nord-occidentale), a partire dal 1893 ad oggi. Nel Mare Catalano sono state finora riferite 50 delle 66 specie di cefalopodi riportate per l'intero Mediterraneo.

Key words
Cephalopoda, Catalan sea, NW Mediterranean.

Introduction

The present note aims at presenting a review of the teuthofauna composition of the Catalan Sea. This sea is situated in the north-western Mediterranean Sea: it starts at the southern limit of Gulf of Lions, between Cape Creus and Cape Nao including the Balearic Islands (**Fig. 1**). The Catalonian cephalopod fauna includes 50 species (**Tab. 1**).

History of records

One of the first authors to study the cephalopods from the Spanish coasts was Girard (1893). Nine species from the Mediterranean waters were reported by him: *Argonauta argo, Tremoctopus violaceus, Octopus vulgaris, Octopus macropus, Eledone moschata, Eledone cirrhosa, Sepia officinalis, Sepia elegans*, and *Loligo vulgaris*.

Lozano-Rey (1905) published a study on the teuthofauna of Catalonia and the Balearic Islands. Considering only the specimens taken in Spanish waters, he reported a total of 19 nowadays recognised species. Eleven of them were new records: *Alloteuthis media, Ommatrephes bartramii, Todarodes sagittatus, Illex coindetii, Ancistroteuthis lichtensteinii, Chiroteuthis veranyi, Histioteuthis bonnellii, Sepiola rondeleti, Rossia macrosoma, Sepia orbignyana*, and *Ocythoe tuberculata*.

Hidalgo (1916) recorded the presence of *Todaropsis eblanae* in waters off Barcelona.

Wirz (1955) found the bathyal octopus *Bathypolypus sponsalis* off the Menorca Island.

Taking into account these previous studies as well as his own data, Morales (1958) listed a total of 27 species in the Catalan Sea, including *Octopus salutii, Pteroctopus tetracirrhus, Scaeurgus unicirrhus, Loligo forbesi*, and *Histioteuthis reversa* as new records. The same author (Morales, 1959) first recorded the presence of *Opisthoteuthis agassizii* (synonym of *O. calypso*, see further) in the Mediterranean, thanks to an individual caught off the Catalan coast. In 1962 Morales added four new records to the Catalan teuthofauna: *Heteroteuthis dispar, Rondeletiola minor, Neorossia caroli*, and *Sepietta oweniana*.

According to Mangold-Wirz (1963) four more species had to be added to the Catalan Sea fauna: *Sepiola affinis, Sepietta obscura, Alloteuthis subulata*, and *Octopus defilippi*. Morales (1981) reported *Thysanoteuthis rhombus* from the harbour of Mahón (Menorca Island).

The first record of *Abralia veranyi* in the Catalan sea comes from Suau (1981). Sanchez (1985) found *Teuthowenia megalops* and Sanchez and Molí (1985) reported *Ancistrocheirus lesueurii, Abraliopsis pfefferi* (= *A. morisii*), *Chtenopteryx sicula*, and *Onychoteuthis banksii*. Sanchez and Morales (1986) found four species of Sepiolids, namely

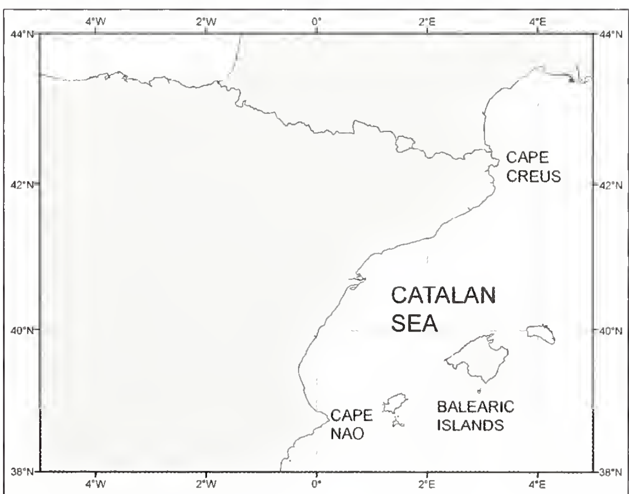


Fig. 1. The Catalan Sea.

Fig. 1. Mare Catalano.

SEPIIDA
SEPIIDAE *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758[1] *Sepia elegans* Blainville, 1827[1] *Sepia orbignyana* Férussac, 1826[2]
SEPIOLIDA
SEPIOLIDAE *Sepiola robusta* Naef, 1912[13] *Sepiola ligulata* Naef, 1912[13] *Sepiola intermedia* Naef, 1912[13] *Sepiola affinis* Naef, 1912[8] *Sepiola rondeleti* Leach, 1817[2] *Rondeletiola minor* (Naef, 1912)[7] *Sepietta oweniana* (d'Orbigny, 1841)[7] *Sepietta obscura* Naef, 1916[8] *Sepietta neglecta* Naef, 1916[13] *Rossia macrosoma* (Delle Chiaje, 1830)[2] *Neorossia caroli* (Joubin, 1902)[7] *Heteroteuthis dispar* (Rüppell, 1845)[7] *Stoloteuthis leucoptera* (Verrill, 1878)[15]
TEUTHIDA
LOLIGINIDAE *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798[1] *Loligo forbesii* Steenstrup, 1856[5] *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758)[2] *Alloteuthis subulata* (Lamarck, 1798)[8]
CHTENOPTERYGIDAE *Chtenopteryx sicula* (Vérany, 1851)[12]
THYSANOTEUTHIDAE *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, 1857[9]
ENOPLOTEUTHIDAE *Abralia veranyi* (Rüppell, 1844)[10] *Abraliopsis morisii* (Verany, 1839) (= *A. pfefferi* Joubin, 1896)[12]
ANCISTROCHEIRIDAE *Ancistrocheirus lesueurii* (d'Orbigny, 1842)[12]
ONYCHOTEUTHIDAE *Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817)[12] *Ancistroteuthis lichtensteinii* (Férussac, 1835)[2]
OMMASTREPHIDAE *Ommatrephes bartramii* (Lesueur, 1821)[2] *Illex coindetii* (Vérany, 1839)[2] *Todaropsis eblanae* (Ball, 1841)[3] *Todarodes sagittatus* (Lamarck, 1798)[2]
HISTIOTEUTHIDAE *Histioteuthis bonnellii* (Férussac, 1835)[2] *Histioteuthis reversa* (Verrill, 1880)[5]
CHIROTEUTHIDAE *Chiroteuthis veranyi* (Férussac, 1835)[2]
CRANCHIDAE *Teuthowenia megalops* (Prosch, 1847)[11] *Galiteuthis armata* Joubin, 1898[14] *Cranchia scabra* Leach, 1817[16]
OCTOPODA
OPISTHOTEUTHIDAE *Opisthoteuthis calypso* Villanueva, Collins, Sánchez & Voss, 2002[6]
OCTOPODIDAE *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797[1] *Octopus macropus* Risso, 1839[1] *Octopus salutii* Vérany, 1839[5] *Octopus defilippi* Verany, 1851[8] *Scaeurgus unicirrhus* (Delle Chiaje, 1841)[5] *Pteroctopus tetracirrhus* (Delle Chiaje, 1830)[5] *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798)[1] *Eledone moschata* (Lamarck, 1798)[1] *Bathypolypus sponsalis* (P. Fischer & H. Fischer, 1892)[4]
ARGONAUTIDAE *Argonauta argo* Linnaeus, 1758[1]
OCYTHOIDAE *Ocythoe tuberculata* Rafinesque, 1814[3]
TREMOCTOPIDAE *Tremoctopus violaceus* Delle Chiaje, 1830[1]

Tab. 1. List of the species found in the Catalan Sea, with reference to their first record. 1 = Girard (1893); 2 = Lozano-Rey (1905); 3 = Hidalgo (1916); 4 = Wirz (1955); 5 = Morales (1958); 6 = Morales (1959); 7 = Morales (1962); 8 = Mangold-Wirz (1963); 9 = Morales (1981); 10 = Suau (1981); 11 = Sanchez (1985); 12 = Sanchez & Moli (1985); 13 = Sanchez & Morales (1986); 14 = Villanueva (1992); 15 = Sanchez et al. (1998); 16 = Quetglas et al. (2000).

Tab. 1. Elenco delle specie rinvenute nel Mare Catalano con indicazione bibliografica della prima segnalazione. 1 = Girard (1893); 2 = Lozano-Rey (1905); 3 = Hidalgo (1916); 4 = Wirz (1955); 5 = Morales (1958); 6 = Morales (1959); 7 = Morales (1962); 8 = Mangold-Wirz (1963); 9 = Morales (1981); 10 = Suau (1981); 11 = Sanchez (1985); 12 = Sanchez & Molí (1985); 13 = Sanchez & Morales (1986); 14 = Villanueva (1992); 15 = Sanchez et al. (1998); 16 = Quetglas et al. (2000).

Sepiola ligulata, *Sepiola intermedia*, *Sepiola robusta*, and *Sepietta neglecta*, new for the Catalan Sea.
Three new records were reported in the late nineties: *Galiteuthis armata* (Villanueva, 1992), *Stoloteuthis leucoptera* (Sanchez et al., 1998) and *Cranchia scabra* (Quetglas et al., 2000).
The systematics of the deep-sea cirrate octopod genus *Opisthoteuthis* Verrill in the Atlantic Ocean was reviewed by Villanueva et al. (2002). The specimens from the Mediterranean Sea reported as *O. agassizii* by Morales (1959; 1962) were re-examined and identified as the new species *O. calypso*. This species inhabits the East Atlantic and the Mediterranean Sea.
In the study by Hidalgo (1870-1890), 12 species were cited in the Spanish Mediterranean waters but without any references about their the geographical distribution. Nine of them were reported in the Girard's paper (1893). One of the species reported by Hidalgo was *Spirula spirula*, recorded thanks to the occurrence of its shells. Since empty buoyant shells may be carried by currents well far

away their natural area (Nesis, 1987) this record was not take into consideration herein. Bello (1986) and Mangold and Boletzky (1988) did not include this species in theirs catalogues of the Mediterranean teuthofauna; however Bello (2003) reports it in an updated list of Mediterranean cephalopods.

Conclusions

In all, 50 cephalopod species have been found in the Catalan Sea, that is 16 less than those recorded in the whole Mediterranean (Bello, 2008). Most of the species not reported from the Catalan Sea belong to the pelagic teuthofauna, rarely caught by otter trawl, as well as by other fishing gear. Moreover, four of the cephalopods missing from the Catalan Sea are recent lessepsian migrants that have been recorded only in the eastern Mediterranean basin. On the contrary in the Catalan Sea have been recorded for the first time two Atlantic species new to the Mediterranean fauna, both of them belonging to the family Cranchiidae, namely *Teuthowenia megalops* (Sanchez, 1985) and *Cranchia scabra* (Quetglas et al., 2000). A third allochthonous cephalopod recorded in this sea is the sepiolid *Stoloteuthis leucoptera*. It was reported for the first time in the Mediterranean (precisely in the Ligurian Sea) by Orsi-Relini and Massi (1991). Afterwards Sanchez et al. (1998) reported this sepiolid squid for the first time in the northern Tyrrhenian and the Catalan seas. Most probably *Stoloteuthis leucoptera* has widely spread out and has become abundant in the whole western Mediterranean.

It appears that the Catalan Sea, although not bordering the Gibraltar Strait, plays the role of a sentinel in collecting exotic teuthofauna that enters the Mediterranean from the Atlantic Ocean.

References

Bello G., 1986. Catalogo dei Molluschi Cefalopodi viventi nel Mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, **22**: 197-214.

Bello G., 2003. The biogeography of Mediterranean cephalopods. *Biogeographia*, **24**: 209-226.

Bello G., 2008. Cephalopoda. *Biologia Marina Mediterranea*, **15** (suppl.): 318-322.

Girard A.A., 1893. Notice sur les céphalopodes des côtes de l'Espagne. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **21**: 391-393.

Hidalgo J.G., 1870-1890. Moluscos marinos de España, Portugal y las Baleares. *Memorias Real Academia Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Madrid: 1-348, 101 plts.

Hidalgo J.G., 1916. Datos para la fauna española. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **16**: 233-246

Lozano-Rey L., 1905. Cefalópodos de Cataluña y Baleares. *Revista de la Real Academia Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, **III, 2**: 159-221.

Mangold K. & Boletzky S.v., 1988. Mediterranean cephalopod fauna. In Clarke M.R. & Trueman E.R. (eds.), *The Mollusca, Paleontology and Neontology of Cephalopods*. Vol. 12. Academic Press, San Diego: 315-330.

Mangold-Wirz K., 1963. Biologie des céphalopodes bentiques et nectoniques de la mer Catalane. *Vie et Millieu*, Suppl. **13**: 1-285.

Morales E., 1958. Cefalópodos de Cataluña. I. *Investigación Pesquera*, **11**: 3-32.

Morales E., 1959. Sobre la presencia de *Opisthoteuthis agassizii* Verrill, en el Mediterráneo. *Investigación Pesquera*, **15**: 1133-123.

Morales E., 1962. Cefalópodos de Cataluña. II. *Investigación Pesquera*, **21**: 97-111.

Morales E. 1981. Presencia de *Thysanoteuthis rhombus* Troschel en el puerto de Mahón (Menorca). *Investigación Pesquera*, **45**: 17-20.

Nesis K.N., 1987. *Cephalopods of the world* (Translated by B.S. Levitov). T.F.H. Publications, Neptuno City, New Jersey, 351 pp.

Orsi Relini L. & Massi D., 1991. The butterfly squid *Stoloteuthis leucoptera* in the Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **71**: 47-51

Quetglas A., Alemany F., Carbonell A. & Sanchez P., 2000. First record of *Cranchia scabra* Leach, 1817 (Cephalopoda: Cranchiidae) in the Mediterranean Sea. *Bollettino Malacologico*, **35**: 1-2.

Sanchez P., 1985. Sobre la presencia de *Teuthowenia megalops* (Prosch, 1849) (Cephalopoda, Cranchiidae) en el Mediterráneo. *Investigación Pesquera*, **49**: 315-318.

Sanchez P. & Molí B., 1985. An annotated list of cephalopod larvae collected off the Mediterranean coast of Spain. 1976-1981. *Vie et Milieu*, **35**: 171-173.

Sanchez P. & Morales B., 1986. Revisión de los Sepiólidos de las costas catalanas (NE de España). Cuatro nuevas citas. *Investigación Pesquera*, **50**: 137-144.

Sanchez P., Belcari P. & Sartor P., 1998. Composition and spatial distribution of cephalopods in two north-western Mediterranean areas. *South African Journal of Marine Science*, **20**: 17-24.

Suau P., 1981. Campaña "MEDITERRANEO II" (marzo 1977). *Datos informativos*, **8**: 1-240.

Villanueva R., 1992. Deep-sea cephalopods of the north-western Mediterranean: indications of up-slope ontogenetic migration in two bathybenthic species. *Journal of Zoology*, **227**: 267-276.

Villanueva R., Collins M.A., Sanchez P. & Voss N.A., 2002. Systematics, distribution and biology of the cirrate octopods of the genus *Opisthoteuthis* (Mollusca, Cephalopoda), in the Atlantic Ocean with description of two new species. *Bulletin of Marine Science*, **71**: 933-985.

Wirz K., 1955. Contribution à l'étude des Octopodes de profondeur *Bathypolypus sponsalis* (P. & H. Fischer) espèce commune dans la partie Ouest de la Méditerranée. *Vie et Milieu*, **6**: 129-147.

Lavoro ricevuto il 12 dicembre 2005
Lavoro accettato il 20 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 47-59 (suppl. 2009)

Cephalopod research in the eastern Mediterranean (East of 23°E): a review

Alp Salman

Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Hydrobiology, 35100 Bornova Izmir, Turkey, alp.salman@ege.edu.tr

Abstract

This study presents an overview of cephalopod research carried out in the Mediterranean Sea, East of 23°E, i.e., in the Levant basin, the Aegean Sea and the Sea of Marmara. Relevant studies focused on systematics, zoogeographical distribution, fisheries, reproductive biology, larval development, and stomach contents analyses.

Riassunto

Il presente lavoro propone una sinossi della ricerca teutologica condotta nel Mediterraneo orientale, a est del meridiano 23°E, vale a dire nel bacino di Levante, nel Mar Egeo e nel Mare di Marmara, a partire da Aristotele. Ricerche sistematiche sulla teutofauna di quest'area sono state svolte a far capo dai primi anni '90. I più importanti studi sono stati rivolti alla sistematica, alla distribuzione geografica, alla scienza della pesca, alla biologia della riproduzione, allo sviluppo larvale e all'analisi dei contenuti stomacali di predatori teutofagi. In totale, fino a oggi sono stati registrati nel distretto geografico in questione 54 specie di cefalopodi: 4 sepiidi, 13 sepiolidi, 23 teutidi e 14 ottopodi. Un rilievo particolare è rivestito dai migranti lessepsiani provenienti da Mar Rosso (il sepiide *Sepia pharaonis*, il teutide *Sepioteuthis lessoniana* e gli ottopodi *Octopus* cf. *aegina/kagoshimensis* e *Octopus cyanea*), le cui prime segnalazioni mediterranee sono occorse proprio nel bacino orientale. In una tabella riassuntiva, è riportato l'elenco delle specie del Mediterraneo orientale, con le referenze bibliografiche attinenti e il relativo soggetto di studio.

Key words

Cephalopoda, Mediterranean Sea, Levant basin, Aegean Sea, Sea of Marmara, review.

Generalities: records and distribution

The first cephalopod records in the eastern Mediterranean (and the ancient-most records worldwide) are given by Aristotle (350 B.C.). A long silence followed Aristotle's work, till half of the 19th century, when Forbes (1844) reported about the presence and distribution of benthic species in the Aegean Sea. Later on, the Ottoman Sultan Abdulhamit asked Ostroumoff (1896) to carry out benthos investigations in the Sea of Marmara and the Bosphorus, and a total of three cephalopod species were reported by that author. Within his comprehensive field works in the Mediterranean and neighbouring sea, Degner (1925) carried out expeditions to the Aegean Sea and the Levant basin, collecting benthic as well as pelagic samples; from a total of 21 sampling stations located in the eastern Mediterranean, three were in the Sea of Marmara, five in the Aegean Sea and four in the Levant basin, the rest being located between 15°E and 23°E. During the middle of the 20th century, Digby (1949) reported about the cephalopod specimens of the Istanbul University Museum collection and some years later, Demir (1952), in a study focused on the invertebrates of the Bosphorous, mentioned some cephalopod species; immediately afterwards, the first checklist of the teuthofauna living in the waters east of 23°E was made available (Rees, 1955). Adam (1967) also carried out studies in the eastern Mediterranean, and reported 23 species in the waters east of 23°E; that number was then increased to 30, with the contribution of Rugby & Knudsen (1972). In later studies, Knudsen (1981, 1992) examined the specimens of the Department of Zoology, Tel-Aviv University, and reported about three sepiolid species and the pelagic octopus *Tremoctopus violaceus*, adding this species to the Mediterranean waters east of 23°E. Teuthological studies based on bottom trawl data was carried out in the Levant basin, south of Cyprus, by Demetropoulos (1969, 1971), and another pelagic species, *Argonauta argo*, was added to the Levant fauna by Popper et al. (1990). Preliminary studies on the cephalopods of the Turkish side of the Aegean Sea were presented by Katağan & Kocataş 1990) to the CIESM congress in Perpignan (France). Contemporary to that, D'Onghia et al. (1992) carried out the first detailed study on the cephalopod biomass of the northern Aegean Sea, within the research project "Fourth Session of the Technical Consultation on Stock Assessment in the Eastern Mediterranean 1990-1991"; the obtained results were the object of several publications afterwards (D'Onghia et al., 1993a, b; D'Onghia et al., 1994; D'Onghia et al., 1995; D'Onghia et al., 1996). Within a cooperation between Turkey and Japan, the research project "Demersal Fisheries Resource Survey in the Republic of Turkey" took place between 1991 and 1993, and cephalopods resources were studied from the Sea of Marmara to the northeastern Mediterranean coasts of Turkey by JICA, the "Japan International Cooperation Agency".

Other results obtained from the Sea of Marmara, the

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
SEPIIDA			
Sepia officinalis Linnaeus, 1758	Forbes, 1844	D	AS
	Gruvel, 1931	D	L
	Bodenheimer, 1937	D	L
	Demir, 1952	D	SM
	Rees, 1955	D	L
	Adam, 1967	D	L
	Demetropoulos, 1969	D	L
	Demetropoulus, 1971	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Salman et al., 1988	D	L
	Salman et al., 2001	SCM	AS
	Belcari et al., 2002	C	AS
	Kabasakal, 2002	SCF	AS
	Laptikhovsky et al., 2003	RB	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Önsoy & Salman, 2004	RB	AS, L
	Salman, 2004	SCF	AS
Sepia pharaonis Ehrenberg, 1831	Mienis, 2003b	D	L
Sepia elegans Blainville, 1827	Digby, 1949	D	SM
	Rees, 1955	D	L
	Adam, 1967	D	L
	Demetropoulos, 1969	D	L
	Demetropoulus, 1971	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	D'Onghia et al., 1992	D, B	AS
	Katağan et al., 1993	D	SM
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D, C	AS
	Salman et al., 1998	D	L
	Ünsal et al., 1999	E	SM
	Kabasakal, 2002	SCF	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
Sepia orbignyana Férussac, 1826	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	D'Onghia et al., 1992	D, B	AS
	Katagan et al., 1993	D	L
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D, C	AS
	Salman et al., 1998	D	L
	Ünsal et al., 1999	E	SM
	Kabasakal, 2002	SCF	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
SEPIOLIDA			
Sepiola rondeletii Leach, 1817	Forbes, 1844	D	AS
	Demir, 1952	D	SM
	Demetropoulos, 1969	D	L
	Demetropoulus, 1971	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Salman et al., 1998	D	L
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 2005	A, B	AS

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
Sepiola affinis Naef, 1912	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 2005	A, B	AS
Sepiola intermedia Naef, 1912	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman, 2004	SCF	AS
	Salman & Önsoy, 2004	F	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 2005	A, B	AS
Sepiola ligulata Naef, 1912	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 2005	A, B	AS
Sepiola robusta Naef, 1912	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	Salman et al., 1997	D	AS
	Salman et al., 1998	D	L
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman, 2004	SCF	AS
	Salman & Önsoy, 2004	F	AS
Sepiola steenstrupiana Levy, 1912	Knudsen, 1981	D	L
	Salman et al., 1998	D	L
	Salman & Önsoy, 2004	F	L
Rondeletiola minor (Naef, 1912)	Adam, 1967	D	L
	Knudsen, 1981	D	L
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	Katağan et al., 1993	D	AS
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman & Katağan, 1996	RB	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Ünsal et al., 1999	E	SM
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 2005	A, B	AS
Sepietta oweniana (Orbigny, 1841)	Ostroumoff, 1896 (as *Sepiola oweniana*)	D	SM
	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	Katağan et al., 1993	D	SM
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Salman, 1998	RB	L
	Salman et al., 1998	D	L
	Lefkaditou & Kaspiris, 1999	MC	AS
	Ünsal et al., 1999	E	SM
	Kabasakal, 2002	SCF	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman, 2004	SCF	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 2005	A, B	AS
Sepietta neglecta Naef, 1916	Digby, 1949	D	SM
	Rees, 1955	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	Katağan et al., 1993	D	SM
	Salman et al., 1997	D	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 1998	RB	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 1999	MC	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Lefkaditou & Kaspiris, 2005	A, B	AS

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
Sepietta petersi (Steenstrup, 1887) (*S. obscura* Naef, 1916)	Ostroumoff, 1896 (as *Sepiola petersi*) Knudsen, 1981 (as *Sepietta obscura*) Katağan et al., 1993 (as *Sepietta obscura*) Salman et al., 2002 (as *Sepietta obscura*) Lefkaditou et al., 2003 (as *Sepietta obscura*)	D D D D D	SM L SM AS AS
Rossia macrosoma (Della Chiaje, 1839)	D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1994 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Salman et al., 2002 Lefkaditou et al., 2003 Lefkaditou & Kaspiris, 2005 Mienis, 2005a	D B D E D D D A, B D	AS AS AS AS AS L AS AS L
Neorossia caroli (Joubin, 1902)	D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1993b D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Lefkaditou et al., 2003 Lefkaditou & Kaspiris, 2005	D D, E D E D D A, B	AS AS AS AS AS AS AS
Heteroteuthis dispar (Rüppell, 1844)	Degner, 1925 Rees, 1955 Adam, 1967 Ruby & Knudsen, 1972 Roper, 1974 Katağan & Kocatas, 1990 Salman et al., 1997 Lefkaditou et al., 1999 Lefkaditou et al., 2003 Salman et al., 2003 Salman, 2004 Oztürk et al., 2007	D D D D D D D JD D JE, D SCF SCM	AS L L L L AS AS AS AS AS AS AS
TEUTHIDA			
Myopsina			
Loligo vulgaris Lamarck, 1798	Gruvel, 1931 Bodenheimer, 1937 Demir, 1952 Rees, 1955 Adam, 1967 Demetropoulos, 1969 Demetropoulus, 1971 Ruby & Knudsen, 1972 Katağan & Kocatas, 1990 D'Onghia et al., 1992 Katağan et al., 1993 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Salman et al., 1998 Ünsal et al., 1999 Kabasakal, 2002 Lefkaditou et al., 2003 Sen, 2004 Sen, 2005 Peristeraki et al., 2005	D D D D D D D D D D D D E D, C D E SCF D AQ AQ SCF	L L SM L L L L L AS AS SM AS AS AS L SM AS AS AS AS AS
Loligo forbesi Steenstrup, 1856	D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Salman et al., 1998 Salman & Laptikhovsky, 2002 Lefkaditou et al., 2003 Salman, 2004	D D E D, C D E D SCF	AS AS AS AS L AS AS AS

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
Alloteuthis media (Linnaeus, 1758)	Digby, 1949	D	SM
	Demir, 1952 (as *Loligo marmorae*)	D	SM
	Rees, 1955	D	L
	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	Katağan et al., 1993	D	SM
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D, C	AS
	Salman et al., 1998	D	L
	Ünsal et al., 1999	E	SM
	Salman et al., 2002	D	L
	Laptikhovsky et al., 2002	S, B	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman, 2004 (as *Loligo media*)	SCF	AS
	Laptikhovsky et al., 2005	S, B	AS, L
Alloteuthis subulata Lamarck, 1798	Gruvel, 1931	D	L
	Rees, 1955	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
Sepioteuthis lessoniana Férussac, 1830	Salman & Katağan, 2002	D	L
	Salman, 2003	D	L
Oegopsina			
Abralia veranyi (Rüppell, 1844)	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Mienis, 2004b	D	L
	Peristeraki et al., 2005	SCF	AS
	Salman & Laptikhovsky, 2005	F	AS
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Abraliopsis morisii (Verany, 1839)	Degner, 1925	D	AS, L
	Rees, 1955	D	L
	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Lefkaditou et al., 2003 (as *A. pfefferi*)	D	AS
Ancistrocheirus lesueurii (Orbigny, 1842)	Salman et al., 2002	D	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Roberts, 2003	SCM	L
	Salman et al., 2003	JD	AS
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Pyroteuthis margaritifera (Rüppell, 1844)	Degner, 1925	D	L
	Rees, 1955	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Roper, 1974	D	L
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Lefkaditou et al., 1999	JD	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman et al., 2003	JE, E	AS
	Lefkaditou et al., 2005	JD	AS
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Octopoteuthis sicula Rüppell, 1844	Degner, 1925 (as *Octopodoteuthis sicula*)	D	L
	Rees, 1955	D	L

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
	Digby, 1949 (as *Octopodoteuthis sicula*)	D	SM
	Ruby & Knudsen, 1972 (as *Octopodoteuthis sicula*)	D	L
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Roberts, 2003	SCM	L
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Onychoteuthis banksi (Leach, 1817)	Degner, 1925	D	AS
	Rees, 1955	D	AS
	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Roper, 1974	D	L
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Roberts, 2003	SCM	L
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Ancistroteuthis lichtensteinii Férussac, 1835	Lefkaditou et al., 1999	JD	AS
	Lefkaditou et al., 2000	D	AS
	Salman et al., 2002	D	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Roberts, 2003	SCM	L
	Salman, 2004	SCF	AS
Histioteuthis bonnellii (Férussac, 1835)	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Lefkaditou et al., 1999	JD	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman et al., 2003	JD	AS
	Roberts, 2003	SCM	L
	Salman, 2004	SCF	AS
	Peristeraki et al., 2005	SCF	AS
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Histioteuthis reversa (Verril, 1880)	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Lefkaditou et al., 1999	JD	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Roberts, 2003	SCM	L
	Salman et al., 2003	JD	AS
	Peristeraki et al., 2005	SCF	AS
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Chtenopteryx sicula (Verany, 1851)	Degner, 1925	D	L
	Rees, 1955	D	L
	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Roper, 1974	D	L
	Mienis, 1995	D	L
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman et al., 2003	JD	AS
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Brachioteuthis riisei (Steenstrup, 1882)	Degner, 1925	D	AS, L
	Rees, 1955	D	AS, L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Lefkaditou et al., 2000	D	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman et al., 2003	JD	AS
	Oztürk et al., 2007	SCM	AS
Illex coindetii (Verany, 1839)	Degner, 1925	D	SM
	Adam, 1967	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	D'Onghia et al., 1992	D, B	AS
	Katagan et al., 1993	D	SM
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D, C	AS

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
	Salman et al., 1998 Kabasakal, 2002 Lefkaditou et al., 2003 Salman et al., 2003 Salman, 2004 Lefkaditou et al., 2005 Peristeraki et al., 2005	D SCF D JD SCF JD, A SCF	L AS AS AS AS AS AS
Todarodes sagittatus (Lamarck, 1798)	Demir, 1952 (as *Ommatostrephes sagittatus*) Demetropoulos, 1969 (as *Ommatostrephes sagittatus*) Demetropoulos, 1971 (as *Ommatostrephes sagittatus*) Katağan & Kocatas, 1990 D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Salman et al., 1998 Kabasakal, 2002 Lefkaditou et al., 2003 Salman, 2004 Peristeraki et al., 2005 Oztürk et al., 2007	D D D D D D E D, C D SCF D SCF SCF SCM	SM L L AS AS AS AS AS L AS AS AS AS AS
Todaropsis eblanae (Ball, 1841)	Adam, 1967 Ruby & Knudsen, 1972 D'Onghia et al., 1992 Katağan et al., 1993 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Salman et al., 1998 Kabasakal, 2002 Lefkaditou et al., 2003 Salman, 2004	D D D D D E D D SCF D SCF	L L AS SM AS AS AS L AS AS AS
Ommastrephes bartramii (Lesueur, 1821)	Salman et al., 1992 Lefkaditou et al., 2003 Salman, 2004 Oztürk et al., 2007	D D SCF SCM	AS AS AS AS
Thysanoteuthis rhombus Troschel, 1857	Vardala-Theodorou et al., 1991 Lefkaditou et al., 2003 Salman et al., 2003	D D JD	AS AS AS
Chiroteuthis veranii (Férussac, 1835)	Degner, 1925 Rees, 1955 Adam, 1967 Ruby & Knudsen, 1972 Lefkaditou et al., 1999 Lefkaditou et al., 2003 Roberts, 2003 Salman et al., 2003 Oztürk et al., 2007	D D D D JD D SCM JD SCM	SM SM L L AS AS L AS AS
Galiteuthis armata Joubin, 1898	Degner, 1925 (as *Taonidium pfefferi*) Rees, 1955 (as *Taonidium pfefferi*) Ruby & Knudsen, 1972 (as *Taonidium pfefferi*)	D D D	L L L
OCTOPODA			
Octopus vulgaris Cuvier, 1797	Forbes, 1844 Degner, 1925 Gruvel, 1931 Bodenheimer, 1937 Rees, 1955 Adam, 1967 Demir, 1952 Demetropoulos, 1969	D D D D D D D D	AS SM L L L L SM L

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
	Demetropoulus, 1971 Ruby & Knudsen, 1972 Baras & Danin, 1988 Katağan & Kocatas, 1990 D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Salman et al., 1998 Lefkaditou et al., 1999 Kallianatos et al., 2001 Lefkaditou et al., 2003 Salman et al., 2003 Katsanevakis & Verriopoulus, 2004 Lefkaditou et al., 2005	D D, M D D D E D, C D JD C D JE, D A JD, A	L L AS AS AS AS AS L AS AS AS AS AS AS
Octopus cyanea Gray, 1849	Mienis, 2003a	D	L
Octopus defilippi Verany, 1851	Adam, 1967 Ruby & Knudsen, 1972	D D, M	L L
Octopus cf. *aegina/kagoshimensis* Ortmann, 1888	Salman et al., 1999 Salman & Katağan, 2002 (as *Octopus aegina*) Mienis, 2005b (as *Octopus* cf. *aegina*) Salman et al., 2005 (as *Octopus kagoshimensis*)	D, B D D F	AS, L L L L
Octopus macropus Risso, 1826	Gruvel, 1931 Bodenheimer, 1937 Demir, 1952 Rees, 1955 Adam, 1967 Demetropoulos, 1969 Demetropoulus, 1971 Ruby & Knudsen, 1972 Barash & Danin, 1988 Salman et al., 1997 Lefkaditou et al., 2003 Salman, 2004	D D D D D D D D, M D D D SCF	L L SM L L L L L AS AS AS AS
Octopus salutii Verany, 1839	Rubty & Knudsen, 1972 D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Lefkaditou et al., 1999 Lefkaditou et al., 2003	D, M D D E D, C JD D	L AS AS AS AS AS AS
Pteroctopus tetracirrhus (Delle Chiaje, 1830)	Adam, 1967 D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Lefkaditou et al., 2003 Lefkaditou et al., 2005	D D D E D, C D JD	L AS AS AS AS AS AS
Scaeurgus unicirrhus (Delle Chiaje, 1839)	Degner, 1925 Rees, 1955 Adam, 1967 Ruby & Knudsen, 1972 D'Onghia et al., 1992 D'Onghia et al., 1995 D'Onghia et al., 1996 Salman et al., 1997 Salman et al., 1998 Lefkaditou et al., 2003 Mienis, 2004a Lefkaditou et al., 2005	D D D D D D E D D D D JD	AS AS L L AS AS AS AS L AS L AS

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
Eledone moschata (Lamarck, 1798)	Gruvel, 1931	D	L
	Bodenheimer, 1937	D	L
	Digby, 1949	D	SM
	Demir, 1952	D	SM
	Rees, 1955	D	L
	Adam, 1967	D	L
	Demetropoulos, 1969 (as *Ozaena moschata*)	D	L
	Demetropoulus, 1971 (as *Ozaena moschata*)	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D, M	L
	Barash & Danin, 1988	D	AS
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	Katağan et al., 1993	D	SM
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D, C	AS
	Salman et al., 1998	D, A	L
	Salman & Katağan, 1999	D	AS
	Ünsal et al., 1999	E	SM
	Salman et al., 2000	A, E	AS
	Lefkaditou et al., 2001	C, A	AS
	Salman, et al., 2001	SCM	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Önsoy & Salman, 2004	RB	AS
	Salman, 2004	SCF	AS
Eledone cirrhosa (Lamarck, 1798)	Ostroumoff, 1896 (as *Eledone aldrovandi*)	D	SM
	Adam, 1967	D	L
	D'Onghia et al., 1992	D, B	AS
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	Lefkaditou & Papaconstantinou, 1995	D, M	AS
	Tursi et al., 1995	B	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D, C	AS
	Salman & Katağan, 1999	D, A	AS
	Ünsal et al., 1999	E	SM
	Salman et al., 2000	A, E	AS
	Lefkaditou et al., 2001	C	AS
	Salman et al., 2002	D	L
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman et al., 2003	JD	AS
	Lefkaditou et al., 2005	JD	AS
Bathypolypus sponsalis (Fischer & Fischer, 1892)	D'Onghia et al., 1992	D	AS
	D'Onghia et al., 1993a	B	AS
	D'Onghia et al., 1995	D	AS
	D'Onghia et al., 1996	E	AS
	Salman et al., 1997	D	AS
	Salman et al., 2001	SCM	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
Tremoctopus violaceus Della Chiaje, 1830	Knudsen, 1992	D, B	L
	Vardala-Theodorou, 1994	D	AS
	Salman et al., 2002	D	AS
	Laptikhovsky & Salman, 2003	RB	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman, 2004	SCF	AS
Ocythoe tuberculata Rafinesque, 1814	Robson, 1932	D	L
	Rees, 1955	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Katağan & Kocatas, 1990	D	AS
	Corsini & Lefkaditou, 1995	D, B	AS
	Laptikhovsky & Salman, 2003	RB	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Peristeraki et al., 2005	SCF	AS

SPECIES	REFERENCES	RS	SEA
Argonauta argo Linnaeus, 1758	Adam, 1967	D	L
	Demetropoulos, 1969	D	L
	Demetropoulus, 1971	D	L
	Ruby & Knudsen, 1972	D	L
	Popper et al., 1990	D	L
	Salman et al., 1997	D	AS
	Salman et al., 1998	D	L
	Laptikhovsky & Salman, 2003	RB	AS
	Lefkaditou et al., 2003	D	AS
	Salman et al., 2003	JD	AS
	Salman, 2004	SCF	AS
	Peristeraki et al., 2005	SCF	AS
	Özturk et al., 2007	SCM	AS

Tab. 1. List of cephalopod species of the eastern Mediterranean and their relevant references, in chronological order, with research subject, **RS** (A: abundance; AQ: aquaculture; B: biology; C: catch record; D: distribution; E: ecology; F: fecundity; JD: juvenile distribution; JE: juvenile ecology; M: maturation; MC: morphometric characteristics; RB: reproductive biology; S: systematics; SCM: mammals stomach contents; SCF: fish stomach contents) and distribution, **SEA** (AS: Aegean Sea; L: Levant basin; SM: Sea of Marmara). Species nomenclature according to Sweeney & Roper (1998).

Tab. 1. Lista dei cefalopodi del Mediterraneo orientale e principali riferimenti bibliografiche, in ordine cronologico, con soggetto dello studio, **RS** (A: abbondanza; AQ: acquicoltura; B: biologia; C: catture occasionali; D: distribuzione; E: ecologia; F: fecondità; JD: distribuzione di stadi giovanili; JE: ecologia di stadi giovanili; M: maturazione; MC: caratteristiche morfometriche; RB: biologia della riproduzione; S: sistematica; SCM: contenuti stomacali di mammiferi; SCF: contenuti stomacali di pesci) e areale, **SEA** (AS: Mar Egeo; L: bacino di Levante; SM: Mar di Marmara). Nomenclatura specifica secondo Sweeney & Roper (1998).

Aegean Sea, the waters north of Cyprus and off the coasts of Turkey were reported by Katağan et al. (1993), Salman et al. (1997, 1998) and Salman & Katağan (2004), respectively. The fisheries and abundance of some commercial species in the Aegean Sea were studied by Salman & Katağan (1999), Salman et al. (2000), Kallianiotis et al. (2001), and Lefkaditou et al. (2001). The recentmost faunistic study of the Sea of Marmara was conducted by Ünsal et al. (1999), while other recent studies in the Turkish waters and the Aegean Sea were carried out by Salman et al. (2002) and Lefkaditou et al. (2003). Finally, four species were added to the Israeli teuthofauna by Mienis (1995, 2004a, b, 2005a).

Pelagic fauna and larval research

Relatively less is known on the pelagic Mediterranean teuthofauna. This gap was filled to a certain extent by Roper (1974) within the framework of a project carried out by the Smithsonian Institution. Roper gathered important information on the vertical distribution of pelagic Mediterranean cephalopods, based on data obtained from five sampling stations, two of which located in the eastern basin. Other information on the distribution of pelagic cephalopods in the Aegean Sea comes from Vardala-Theodorou et al. (1991), Katağan et al. (1992), Vardala-Theodorou (1994), Corsini & Lefkaditou (1995), and Lefkaditou et al. (2000).
The first study on larval and juvenile cephalopods was carried out by Lefkaditou et al. (1999) in the Aegean Sea, followed by Salman et al. (2003) who also focused on daily vertical migrations of larval and juvenile cephalopods off the Turkish Aegean Sea coasts; Lefkaditou et al. (2005) also accomplished research along the coasts of central Greece.

Biological studies: reproduction, fecundity, feeding strategies

After the clarification of the general outlines of the teuthofauna composition and distribution, scientific research addressed basic biological aspects of species life cycle, including spawning potential, reproductive strategies and the relationship with different environmental features. Relevant studies can be grouped as follows: Sepiida (Laptikhovsky et al., 2003; Önsoy & Salman 2005), Sepiolida (Salman & Katağan, 1996; Lefkaditou & Kaspiris, 1998, 1999, 2005; Salman, 1998; Salman & Önsoy, 2004), Teuthida (Salman & Laptikhovsky, 2002; Laptikhovsky et al, 2002; Salman & Laptikhovsky, 2005; Laptikhovsky et al., 2005), and Octopoda (Lefkaditou & Papaconstantinou, 1995; Tursi et al. 1995; Laptikhovsky & Salman, 2003; Önsoy & Salman, 2004; Salman et al., 2005).
Food web dynamics is mostly addressed by studies focused on stomach contents analysis, many of which deal with cephalopods in the diet of marine fishes (Kabasakal, 2002; Salman, 2004; Peristeraki et al., 2005) and marine mammals (Salman et al., 2001; Roberts, 2003; Oztürk et al., 2007).

The Red Sea immigrants

Studies by Adam (1955, 1959, 1960, 1973) on the cephalopod fauna of the Red Sea are important because they make available valuable data on species that may constitute "immigrants" to the Mediterranean Sea.
Immigration of species from the Red Sea via the Suez Canal (Lessepsian migration) in fact, is a very important aspect to consider when dealing with the local biodiversity and gained increasing attention by the scientific

world, recently. Although Lessepsian cephalopods are represented by a comparatively low number of species, in fact, they play an important role as predators in the eastern Levant ecosystem.

The first Indo-Pacific cephalopod species, i.e. *Octopus* cf. *aegina/kagoshimensis*, was recorded in the Eastern Mediterranean by Salman et al. (1999) and, afterwards, by Mienis (2005b) as *Octopus* cf. *aegina*. *Sepioteuthis lessoniana* was then reported by Salman & Katağan (2002) and Salman (2003), followed by *Octopus cyanea* (Mienis, 2003a) and, lastly, *Sepia pharaonis* (Mienis, 2003b).

Even though the majority of the Mediterranean fauna is of Atlantic origin, the increase of biodiversity as a result of the ongoing process of immigration from the Red Sea, deserves increasing scientific attention, because of the interspecific competition that this immigration is likely to determine.

Conclusions

The above mentioned literature represents an important background for all those interested into the cephalopod fauna of the Mediterranean Sea east of 23°E. To make this literature an even more useful tool for the user, the list of cephalopods from this area (**Tab. 1**) is complemented by records references ordered chronologically, along with synthetic information on the main topic of each publication.

Acknowledgements

I am indebted to Dr. Giambattista Bello, who kindly invited me to contribute to this special issue published in the memory of Dr. Vinicio Biagi. Special thanks to Dr. Sigurd von Boletzky for his esteemed help during the preparation of the paper and also to the anonymous referees for their constructive comments.

References

Adam W., 1955. Céphalopodes. Résultats scientifique des Campagnes de la "Calypso", I. Campagnes 1951-1952 en Mer Rouge. *Annales de l'Institut Océanographique*, **30**: 185-194, 50 plts.

Adam W., 1959. Les Céphalopodes de la Mer Rouge. Mission Robert Ph. DOLLFUS en Egypte (1927-1929). *Résultats Scientifiques 3° partie*, **28**: 125-193, 9 plts.

Adam W., 1960. Contributions to the knowledge of the Red Sea. 16. Cephalopoda from the Gulf of Aqaba. *Bulletin of the Sea Fisheries Research Station Haifa*, **26**: 1-26.

Adam W., 1967. Cephalopoda from the Mediterranean Sea. *Bulletin of the Sea Fisheries Research Station Haifa*, **45**: 65-78.

Adam W., 1973. Cephalopoda from the Red Sea. *Contribution to the knowledge of the Red Sea*, **47**: 9-47.

Aristotle, 350 B.C. *The History of animals*. Translated by D'Arcy W. Thompson, Oxford, 1910. (Available at: http://etext.library.adelaide.edu.au/a/aristotle/history)

Barash A. & Danin Z., 1988. Marine mollusca at Rhodes. *Israel Journal of Zoology*, **35**: 1-74.

Bodenheimer F.S., 1937. Prodromus faunae Palestinae. *Memoires de l'Institut d'Egypte*, **33**: 1-286.

Corsini M. & Lefkaditou E., 1995. Occurrence of *Ocythoe tuberculata* (Cephalopoda: Ocythoidae) in Greek waters. *Bollettino Malacologico*, **30**: 304-310.

Degner E., 1925. Cephalopoda. *Reports of the Danish Oceanographic Expeditions 1908-10 to the Mediterranean and Adjacent Seas*, **2**, C. 1: 1-94.

Demetropuolos A., 1969. Marine molluscs of Cyprus. *Ministry of Agriculture and Natural Resources Fisheries Bulletin*, **2**: 15 pp.

Demetropuolos A., 1971. Marine molluscs of Cyprus. *Ministry of Agriculture and Natural Resources Fisheries Bulletin*, **3**: 24 pp.

Demir M., 1952. The invertebrata Benthos of the Bosphorus and of the Littoral of the Sea of Marmara Closter the Bosphorus. *Hidrobioloji Mecmuası Istanbul*. Ser.A, **2**: 615 pp. (In Turkish)

Digby B., 1949. Cephalopods from local waters at the University of Istanbul. *Nature*, **163**: 411.

D'Onghia G., Matarrese A., Tursi A. & Maiorano P., 1996. Cephalopods collected by bottom trawling in the north Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Oebalia*, **22**: 33-46.

D'Onghia G., Matarrese A., Tursi A., Maiorano P. & Panetta P., 1995. Osservazioni sulla Teuthofauna epi e mesobatiale nel Mediterraneo Orientale (Mar Ionio e Mar Egeo). *Biologia Marina Mediterranea.*, **2** (2): 199-204.

D'Onghia G., Tursi A., Matarrese A. & Panetta P., 1993a. Some aspects of the biology of *Bathypolypus sponsalis* (Mollusca: Cephalopoda) in the North Aegean sea (Eastern Mediterranean Sea). *Vie et Milieu*, **43**: 161-164.

D'Onghia G., Tursi A., Panetta P. & Maiorano P., 1994. Nota sulla biologia di *Rossia macrosoma* (Mollusca, Cephalopoda) nel Mar Egeo Settentrionale. *Biologia Marina Mediterranea*, **1** (1): 329-330.

D'Onghia G., Tursi A., Panetta P. & Matarrese A., 1993b. Occurrence of *Neorossia caroli* (Joubin, 1902) (Mollusca: Cephalopoda) in the Middle-Eastern Mediterranean Sea. In Okutani T., O'Dor R.K. & Kubodera T. (eds.), *Recent Advances in Fisheries Biology*. Tokai University Press, Tokyo: 93-96.

D'Onghia G., Tursi A., Papaconstantinou C. & Mataresse A., 1992. Teuthofauna of the North Aegean sea: Preliminary result on catch composition and distribution. *FAO Fisheries Report*, **477**: 69-84.

Forbes E., 1844. Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea, and their distribution. Considering as bearing on Geology. *Report of the British Association for the Advancement of Science*, **13**: 130-192.

Gruvel A., 1931. *Les etats de Syrie*. Paris.

Kabasakal H., 2002. Cephalopods in the stomach contents of four Elasmobranch species from the northern Aegean Sea. *Acta Adriatica*, **43**: 17-24.

Kallianiotis A., Vidoris P. & Kokkinakis A., 2001. Common octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) coastal fishery, during the peak of species reproduction. *Rapports et procès-verbaux des réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **36**: 279.

Katağan T. & Kocatas A., 1990. Note préliminaire sur les Céphalopodes des eaux Turques. *Rapports et procès-verbaux des réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **32** (1): 242.

Katağan T., Salman A. & Benli H.A., 1992. Nouvelles observations sur *Ommastrephes bartrami* (Le Sueur, 1821) (Cephalopoda: Ommastrephidae) dans le bassin Méditerranée oriental. *Rapports et procès-verbaux des réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **33**: 298.

Katağan T., Salman A. & Benli H.A., 1993. The Cephalopod fauna of the sea of Marmara. *Israel Journal of* Zoology, **39**: 255-261.

Katsanevakis S. & Verriopoulos G., 2004. Abundance of *Octopus vulgaris* on soft sediment. *Scientia Marina*, **68**: 553-560.

Knudsen J., 1981. Three Sepiolidae new to the Eastern Mediterranean (Mollusca: Cephalopoda). *Israel Journal of Malacology;* **7** (4): 45-50.

Knudsen J., 1992. *Tremoctopus violaceus* Della Chiaje, 1830 new to the eastern Mediterranean. Cephalopoda. Octopoda, Tremoctopodidae. *Israel Journal of Malacology*, **12**: 1-4.

Laptikhovsky V.V. & Salman A., 2003. On reproductive strategies of the epipelagic octopods of the superfamily Argonautidea (Cephalopoda: Octopoda). *Marine Biology*, **142**: 321-326.

Laptikhovsky V.V., Salman A. & Moustahfid H., 2005. Morphological changes maturation and systematics in the squid genus *Alloteuthis*. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*, **66**: 187-193.

Laptikhovsky V.V., Salman A., Önsoy B. & Katağan T., 2002. Systematic positon and reproduction of squid of the genus *Alloteuthis* (Cephalopoda:Loliginidae) in the eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **82**: 983-985.

Laptikhovsky V.V., Salman A., Önsoy B. & Katağan T., 2003. Fecundity of the common cuttlefish, *Sepia officinalis* L. (Cephalopoda, Sepiidae): a new look at an old problem. *Scientia Marina*, **67**: 279-284.

Lefkaditou E., Leondarakis P., Papaconstantinou C. & Tsangridis A., 2001. Eledonids exploited in the Thracian Sea: Preliminary analysis of stock structure based on trawlers landings. *Rapports et procès-verbaux des réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **36**: 294.

Lefkaditou E. & Kaspiris P., 1998. Distribution and reproductive biology of *Sepietta neglecta* (Naef, 1916) (Cephalopoda: Sepioidae) in the north Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *The Veliger*, **41**: 239-242.

Lefkaditou E. & Kaspiris P., 1999. Comparative analysis of some morphometric characters in two sepiolids: *Sepietta neglecta* (Naef, 1916) and *Sepietta oweniana* (Orbigny, 1840). *Advancing Research on Living and Fossil Cephalopods*: 17-21.

Lefkaditou E. & Kaspiris P., 2005. Distribution and abundance of sepiolids (Mollusca: Cephalopoda) off the north-eastern Greek coasts. *Belgian Journal of Zoology*, **135**: 199-204.

Lefkaditou E. & Papaconstatinou C., 1995. Distribution, growth and maturity of *Eledone cirrhosa* (Cephalopoda: Octopoda) in the Thracian Sea (Eastern Mediterranean). *Rapports et procès-verbaux des réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **34**: 247.

Lefkaditou E., Papaconstatinou C. & Anastasopoulou K., 1999. Juvenile cephalopods collected in the midwatwer macroplancton over a trench in the Aegean Sea (Northeastern Mediterranean). *Israel Journal of Zoology*, **45**: 395-405.

Lefkaditou E., Peristeraki P., Bekas P., Tserpes G., Politou C.Y. & Petrakis G., 2003. Cephalopods distribution in the southern Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, **4**: 79-86.

Lefkaditou E., Politou C.Y. & Papaconstatinou C., 2000. Notes on *Brachioteuthis riisei* (Steenstrup, 1882) and *Ancistroteuthis lichstensteini* (Orbigny, 1839) (Cephalopoda: Teuthoidea) found in the Aegean Sea. *Belgian Journal of Zoology*, **130** suppl.: 71-75.

Lefkaditou E., Siapatis A. & Somarakis S., 2005. Juvenile planktonic cephalopods sampled off the coasts of central Greece (Eastern Mediterranean) during winter. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*, **66**: 259-265.

Mienis H.K., 1995. A first record of the dwarf squid *Ctenopteryx sicula* off the Mediterranean coast of Israel. *Levantina*, **82**: 1-3.

Mienis H.K., 2003a. Marine mollusken uit het oostelijk deel van de Midellandse Zee 14. De eerste vondsten vondsten van *Octopus cyanea*. *Spirula*, **333**: 88.

Mienis H.K., 2003b. Marine mollusken uit het oostelijk deel van de Midellandse Zee 15. Invasive van rugschilden van *Sepia pharaonis* langs de kust van Israel. *Spirula*, **335**: 127-129.

Mienis H.K., 2004a. Marine mollusken uit het oostelijk deel van de Midellandse Zee 17. *Scaeurgus unicirrhus*: een octopus nieuw voor de fauna van Israel. *Spirula*, **337**: 31.

Mienis H.K., 2004b. Marine mollusken uit het oostelijk deel van de Midellandse Zee 20. Een vangst van *Abralia veranyi* ter hoogte van de kust van Israel. *Spirula*, **337**: 35.

Mienis H.K., 2005a. *Rossia macrosoma*: A bobtail squid new for the Mediterranean mollusc fauna of Israel. *Triton*, **11**: 20.

Mienis H.K., 2005b. Marine mollusken uit het oostelijk deel van de Midellandse Zee 33. Vondsten van *Octopus cf. aegina*. voor de kust van Israel. *Spirula*, **343**: 53.

Önsoy B. & Salman A., 2004. Reproduction patterns of the Mediterranean endemic, *Eledone moschata* (Lamarck, 1798) (Octopoda: Cephalopoda) in the Eastern Mediterranean. In Oztürk B. & Salman A. (eds), 1st National Malacology Congress 1-3 September 2004, Izmir-Turkey. *Turkish Journal of Aquatic Life*, **2** (2): 55-60. (In Turkish)

Önsoy B. & Salman A., 2005. Reproductive biology of the common cuttlefish *Sepia officinalis*, L. (Sepiida: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Science*, **29**: 613-619.

Ostroumoff A., 1896. Comptes-rendus des dragages et du plancton de l'expédition de "Selanik". *Bulletin of Academic Science St. Petersburg*, **5** (5): 33-92.

Oztürk B., Salman A., Oztürk A. & Tonay A., 2007. Cephalopod remains in the diet of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) and Risso's dolphins (*Grampus griseus*) in the eastern Mediterranean sea. *Vie et Milieu* (in press).

Peristeraki P., Tserpes G. & Lefkaditou E., 2005. What cephalopod remains from *Xiphias gladius* stomachs can imply about predator-prey interactions in the Mediterranean Sea? *Journal of Fish Biology*, **67**: 549-554.

Popper D., Barash A. & Galil B.S., 1990. *Argonauta argo* - a rare occurrence off the shores of Israel. *Israel Journal of Zoology*, **37**: 51-53.

Rees W.J., 1955. Note on the distribution of Ccephalopods in the eastern Mediterranean. *Journal of Conchology*, **95**: 83-85.

Roberts S.M., 2003. Examination of the stomach contents from a Mediterranean sperm whale found south of Crete, Greece. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **83**: 667-670.

Robson G.C., 1932. *A monograph of the recent cephalopoda. Part II. The Octopoda*. British Museum London.

Roper C.F.E., 1974. Vertical and seasonal distribution of pelagic Cephalopods in the Mediterranean sea, preliminary report. *Bulletin of the American Malacological Union*: 27-30.

Ruby G. & Knudsen J., 1972. Cephalopod from the Eastern Mediterranean. *Israel Journal of Zoology*, **21**: 83-97.

Salman A., 1998. Reproductive biology of *Sepietta oweniana* (Pfeffer, 1908) (Sepiolidae: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, **62**: 379-383.

Salman A., 2003. New report of the loliginid squid *Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830 in the Mediterranean. *Israel Journal of Zoology*, **48**: 249-250.

Salman A., 2004. The Role of Cephalopods in the Diet of Swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) in the Aegean Sea

(Eastern Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, **74**: 21-29.

Salman A., Bilecenoğlu M. & Güçlüsoy H., 2001. Stomach contents of two Mediterranean Monk Seals, *Monachus monachus* (Herman, 1779), from the Aegean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **81**: 719-720.

Salman A. & Katağan T., 1996. A preliminary study on reproduction biology of *Rondeletiola minor* (Naef, 1912) (Sepiolidae: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **13**: 403-408. (In Turkish)

Salman A., & Katağan T., 1999. Distribution and abundance of the octopods *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798) and *Eledone moschata* (Lamarck, 1799) (Cephalopoda: Octopoda) in the Aegean Sea. *Doğa-Turkish Journal of Zoology*, **23** suppl. 2: 695-701. (In Turkish)

Salman A., & Katağan T., 2002. Lessepsian immigrant cephalopods of the Mediterranean Sea. *Workshop on Lessepsian Migration, 20-21 July 2002 Gökçeada* (Imroz): 71-74.

Salman A., & Katağan T., 2004. Fisheries yield of Cephalopods at Turkish Seas. In Oztürk B. & Salman A. (eds), 1st National Malacology Congress 1-3 September 2004, Izmir-Turkey. *Turkish Journal of Aquatic Life*, **2** (2): 25-32. (In Turkish)

Salman A., Katağan T. & Benli H.A., 1997. Bottom trawl teuthofauna of the Aegean Sea. *Archive of Fishery and Marine Research*, **45**: 183-196.

Salman A., Katağan T., & Benli H.A., 1998. On the cephalopod fauna of Northern Cyprus. *Israel Journal of Zoology*, **44**: 47-51.

Salman A., Katağan T. & Benli H.A., 2002. Cephalopod fauna of the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Zoology*, **26**: 47-52.

Salman A., Katağan T. & Benli H.A., 2003. Vertical distribution and abundance of juvenile cephalopods in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, **67**: 167-176.

Salman A., Katağan T. & Boletzky S.v., 1999. New Cephalopod Molluscs in the Eastern Mediterranean: Previously unnoted species or Lessepsian migrants? *Vie et Milieu*, **49**: 11-17.

Salman A., Katağan T. & Gücü A.C., 2000. The distribution and fishing of two Mediterranean *Eledone spp.* (Octopoda: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, **24**: 165-171.

Salman A. & Laptikovsky V., 2002. First occurrence of egg masses of *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in deep waters of the Aegean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **82**: 925-926.

Salman A. & Laptikhovsky V., 2005. Fecundity and Spawning of *Abralia verany* (Rüppell, 1844) (Cephalopoda: Enoploteuthidae) in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, **69**: 211-214.

Salman A., Laptikhovsky V. & Katağan T., 2005. Male and female fecundity of the indo-pacific octopus *Octopus kagoshimensis* Ortmann, 1888 (Cephalopoda:Octopodidae) in the east Mediterranean. *Zoologichesky Zhurnal*, **84** (2): 269-271. (In Russian)

Salman A. & Önsoy B., 2004. Analysis of fecundity of some bobtail squids of the genus *Sepiola* (Cephalopoda: Sepiolida) in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **84**: 781-782.

Sen H., 2004. A preliminary study on the effects of salinity on egg development of European squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798). *Israel Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, **56**: 93-99.

Sen H., 2005. Incubation of European squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) eggs at different salinities. *Aquaculture Research*, **36**: 876-881.

Sweenwy M.J. & Roper C.F.E., 1998. Classification, type localities and type repositories of recent Cephalopods. In Voss N.A., Vecchione M., Toll R.B. & Sweeney M.J. (eds.), Systematics and Biogeography of Cephalopods. *Smithsonian Contributions to Zoology*, **586**: 561-599.

Tursi A., D'Onghia G., Lefkeditou E., Materrese A., Maiorano P. & Panetta P., 1995. Population biology of *Eledone cirrhosa* (Mollusca: Cephalopoda) in the North Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea). *Vie et Milieu*, **45**:139-145.

Ünsal I., Ünsal N., Erk H. & Kabasakal H., 1999. Demersal cephalopods from the Sea of Marmara with remarks on some ecological characteristics *Acta Adriatica*, **40**: 105-110.

Vardala-Theodorou E., 1994. *Tremoctopus violaceus* Delle Chiaje, 1830 from the Epidaurus Gulf (Aegean Sea, Greece) - Contribution to knowledge of its geographical distribution. *Annales Musei Goulandris*, **9**: 471-477.

Vardala-Theodorou E., Giamas P. & Dimitropuolos A., 1991. A short notice on the occurence of a pair of *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, 1857 in southern Euboic Gulf. *Bolletino Malacologico*, **27**: 25-34.

Lavoro ricevuto il 3 giugno 2005
Lavoro accettato il 20 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 61-69 (suppl. 2009)

Distribution and some biological aspects of cephalopods in the North and Central Adriatic

Elisa Ciavaglia (✉) & Chiara Manfredi

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, Viale Adriatico 1/N, 61032 Fano (PU), Italy, elisa.ciavaglia3@unibo.it
(✉) Corresponding Author

Abstract
This paper reports data about the distribution of cephalopods caught during trawl surveys carried out in the North and Central Adriatic from 1982 to 2004. Biological notes on some cephalopods are also reported.

Riassunto
Nel corso di 40 campagne di ricerca di pesca a strascico effettuate in Alto e Medio Adriatico, fra il 1982 e il 2004, sono state ritrovate 32 specie di cefalopodi di cui tre molto rare nell'area di studio. In questo lavoro, i dati più recenti vengono utilizzati per aggiornare le informazioni sulla presenza e distribuzione dei cefalopodi meno frequenti o di minore importanza commerciale.

Key words
Cephalopods, Adriatic sea, deep-distribution, trawl-survey.

Introduction

The Adriatic Sea extends for about 800 km from NW to SE; its width ranges from 90 to 220 km. It can be subdivided into three basins.
The northern basin has shallow waters and depths that gently increase southwards reaching 70 m at maximum depth. The central basin reaches the maximum depth in the Pomo (or Jabuka) pit (– 260 m). The southern basin is almost entirely occupied by a fairly deep pit which reaches – 1,223 m. The general circulation is dominated by a cyclonic gyre: the water masses inflow through the Strait of Otranto along the eastern side and outflow along the western side. The north-western Adriatic is characterised by a large freshwater inflow that lowers the salinity and leads to high primary production and high biological productivity. These features, together with the geological history of the basin, trigger the presence of some endemic species (other than cephalopods), mostly euryhaline and of cold water affinity, in the northernmost part of the Adriatic. However, there is no evidence of any isolated population of cephalopods in the North Adriatic Sea (Bello, 1990).
The teuthofauna of the Adriatic Sea includes 45 of the 65 species known from the Mediterranean basin (Bello, 2003). In this work some observations are reported about the presence and distribution of the cephalopod species caught during several trawl surveys carried out in the North and Central Adriatic Sea. Such surveys were accomplished in the framework of the demersal resources evaluation programs: GRUND (from 1982 to 2004) and MEDITS (from 1994 to 2004). Some data about the first years of these surveys have been already published (Casali et al., 1998; Soro & Piccinetti Manfrin, 1989) and are updated here with the results of recent campaigns.

Material and methods

The study area covers the Italian territorial waters and the international waters of the North and Central Adriatic, to the north of the line joining the Gargano promontory (Italy) to Kotor (Montenegro). GRUND surveys were carried out in different seasons up to 1996, afterwards they were carried out only in autumn. The gear used was the *tartana*, a commercial Italian trawl net, with the cod-end mesh size of 40 mm (stretched). Samplings in MEDITS surveys were always accomplished in the summer, using an experimental gear with the mesh cod-end size of 20 mm (stretched).
Hauls were carried out from 10 to 800 m of depth. Catch data in weight were standardised to the surface unit (= 1 km^2).
Size is reported as dorsal mantle length (ML), if not otherwise specified.

Results

Thirty-two species of cephalopods were found: 3 of them belong to the order Sepiida, 11 to the order Sepiolida, 10 to the order Teuthida and 8 to the order Octopoda.
In each survey the Octopoda were the predominant fraction, in terms of weight: *Eledone moschata* was the most abundant species in autumn and winter surveys (from 29% to 60% of the total cephalopod catches), whereas *Eledone cirrhosa*, *E. moschata*, and *Illex coindetii* were the most abundant species in spring and summer.
Heteroteuthis dispar, *Histioteuthis bonnellii*, *Octopus macropus*, and *Pteroctopus tetracirrhus* were no longer collected after 1995 in any survey taken into account in this paper. These species, as well as *I. coindetii*, *E. moschata*, *E. cirrhosa*, *Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*, *Octopus vulgaris*,

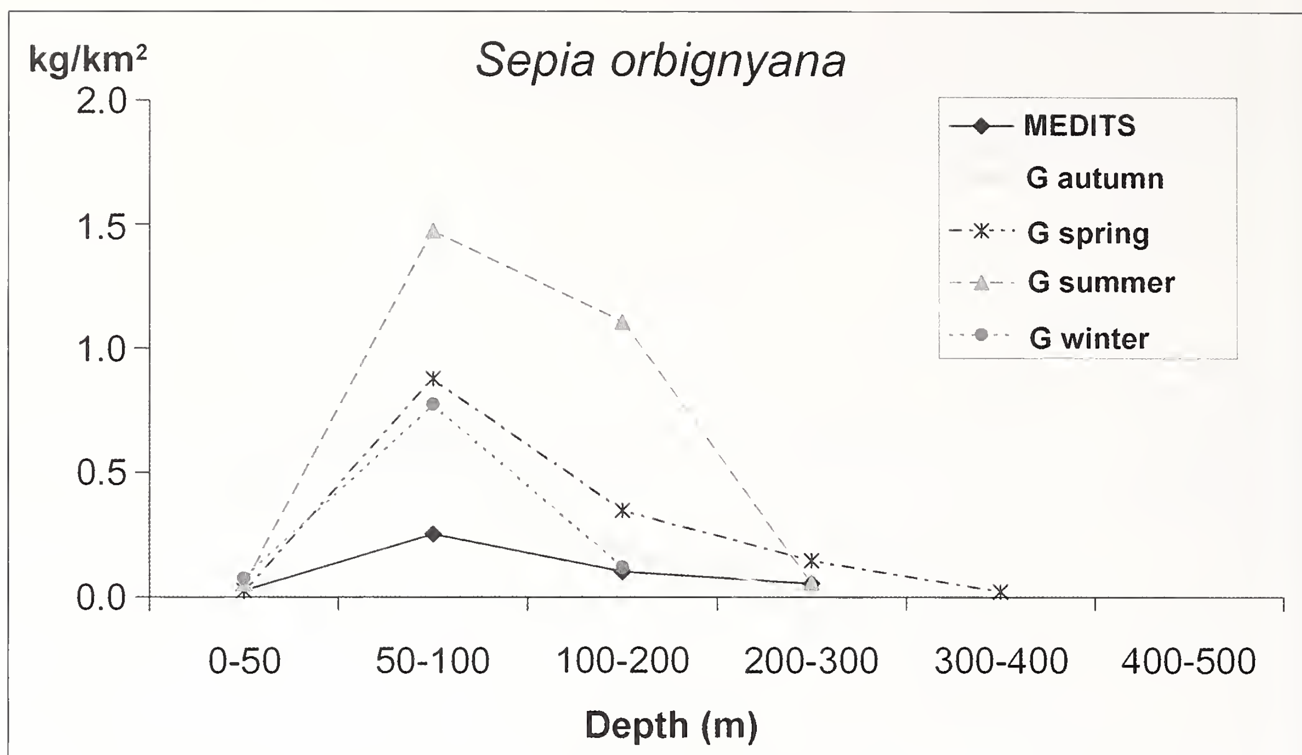


Fig. 1. Biomass index against depth gradient for *Sepia orbignyana* in MEDITS Surveys and in different seasons of GRUND Surveys.

Fig. 1. Indice di biomassa su gradiente di profondità di *Sepia orbignyana* nei survey MEDITS e in diverse stagioni dei *survey* GRUND.

have been fully discussed previously by Casali et al. (1998) and Soro & Paolini (1994).

Sepiidae

Sepia orbignyana and *Sepia elegans* show a bathymetric range wider than *Sepia officinalis*, which is not found deeper than 100 m.

Sepia orbignyana has been caught from 15 to 450 m of depth, although it is more abundant from 50 to 100 m in all seasons (**Fig. 1**). An increase of catches up to 50 m of depth, along the coastal areas and in the area to the north of the Po delta, is recorded in the autumn.

In every season, *S. elegans* is more abundant up to 100 m of depth and its abundance decreases quickly beyond this depth; occasional catches are recorded till 440 m (**Fig. 2**). Unlike prior assumptions (Casali et al., 1998), new data allow us to suppose that, in the surveyed area, *S. elegans* does not migrate seasonally, although this phenomenon has been observed in other areas (Relini et al., 1999).

In both species, mature males and females occur throughout the year, suggesting a long, almost continuous, spawning period, with males reaching maturity at a smaller size than females (Relini et al., 1999). In *S. orbignyana*, mature males were observed from the size of 38 mm on and females from 40 mm on. In *S. elegans* the smallest mature sizes were 29 mm in males and 31 mm in females. In the Italian seas, the maximum reported size for *S. orbignyana* is 96 mm in females and 93 mm in males (Jereb & Ragonese, 1991; Belcari & Sartor, 1993). In this study the largest collected female was 106 mm, largest males did not exceed 88 mm. The smallest collected size for both sexes is 12 mm. The size for *S. elegans* in the studied area ranges from 20 to 80 mm in females and from 21 to 75 mm in males.

Sepiolidae

Sepietta oweniana is the species more frequently caught, followed by *Rondeletiola minor*, *Sepiola robusta*, and *Rossia macrosoma*.

The latest data corroborate the distribution reported by Guescin and Manfrin (1986) for the species of the genus *Sepietta* (**Fig. 3**).

Sepietta obscura, which prefers shallow waters and sandy bottoms, was mainly caught in the northernmost area of the Adriatic from 30 to 50 m whereas only 10 specimens were caught deeper than 100 m.

Sepietta oweniana and *Sepietta neglecta* were mainly found in the middle-southern part of the study area. *Sepietta neglecta* was occasionally caught (110 specimens) between 37 and 340 m, that is the same depth range in which it was fished in the Strait of Sicily (Jereb & Di Stefano, 1995).

Sepietta oweniana is common in the whole area across a wide bathymetric range from 15 to 450 m, with catches increasing with depth up to 200 m. Females showed larger size than males, as reported from the Ionian Sea and Aegean Sea (D'Onghia et al., 1995). MLs ranged from 20 to 32 mm in males and from 12 to 45 in females. Mature individuals were found throughout the year, with larger percentages in the summer, thus suggesting a peak in the reproductive activity in this season (Relini et al., 1999).

Species belonging to the genus *Sepiola* were more often

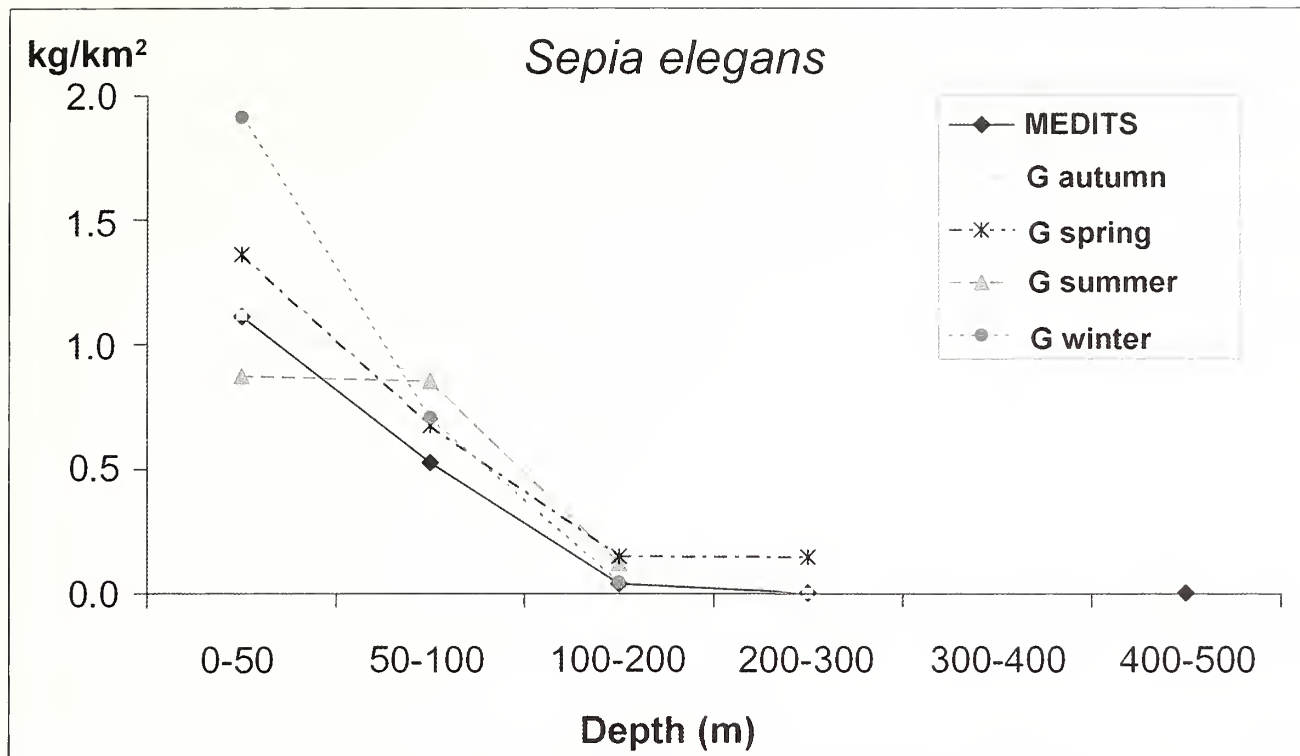


Fig. 2. Biomass index against depth gradient for *Sepia elegans* in MEDITS Surveys and in different seasons of GRUND Surveys.

Fig. 2. Indice di biomassa su gradiente di profondità di *Sepia elegans* nei survey MEDITS e in diverse stagioni dei *survey* GRUND.

caught in the area north of Pescara, deeper than 200 m and along the coasts (**Fig. 4**).

Sepiola affinis was occasionally caught in the area between Ancona and Pescara from 20 to 100 m (166 specimens); in the autumn two individuals were caught at 120 m and two males were caught in the Pomo Pit at 220 m, an exceptional depth for this benthic littoral species that usually lives at 25-30 m of depth.

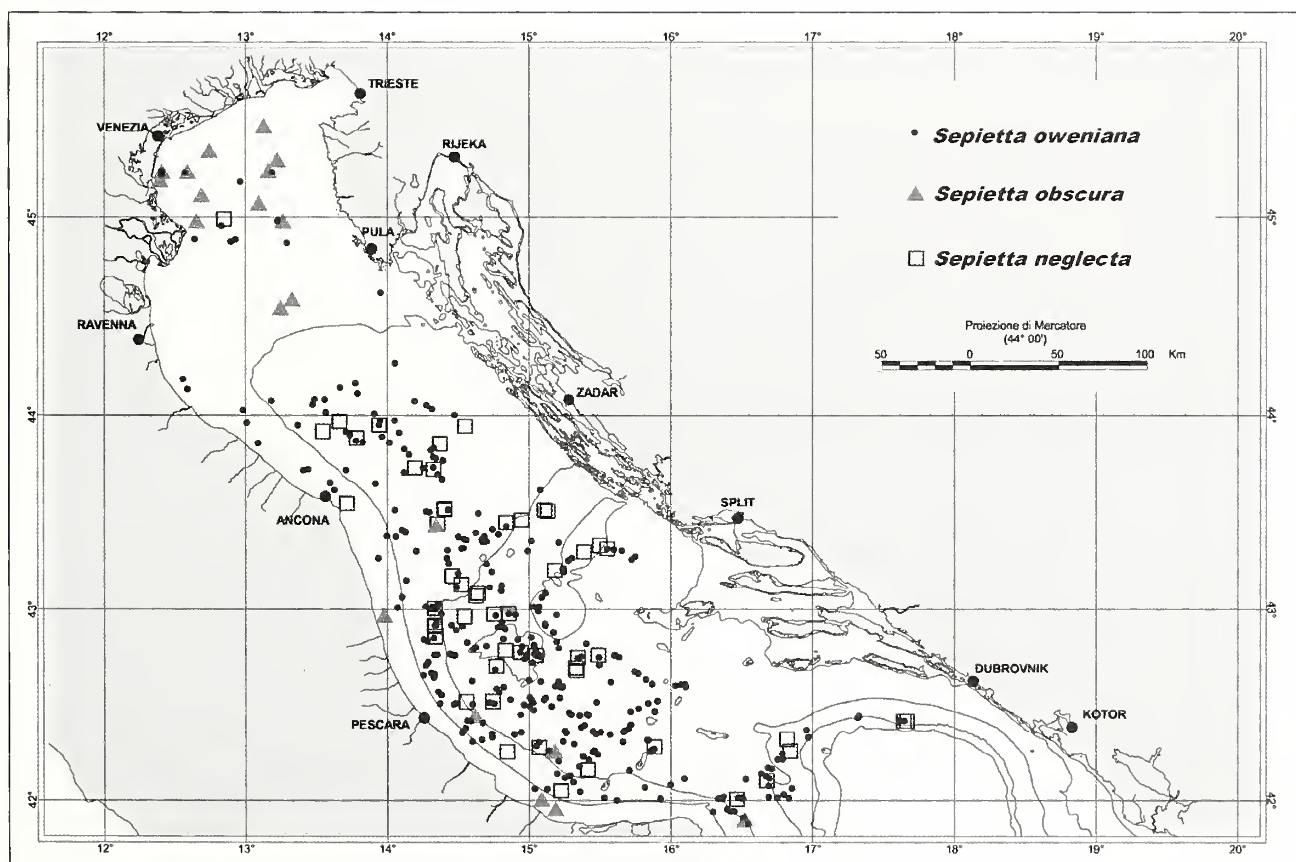


Fig. 3. Distribution area of the genus *Sepietta*.

Fig. 3. Distribuzione del genere *Sepietta*.

Species	North Adriatic		Middle Adriatic						Depth	
	10-50	51-100	10-50	51-100	100-200	201-300	301-500	501-800	min.	max.
Order SEPIIDA										
Family SEPIIDAE										
Sepia officinalis Linnaeus, 1758	+	+	+	+	+	–	–	–	10	143
Sepia orbignyana Férussac, 1826	+	+	+	+	+	+	+	–	15	439
Sepia elegans de Blainville, 1827	+	+	+	+	+	+	+	–	11	444
Order SEPIOLIDA										
Family SEPIOLIDAE										
Sepiola rondeletii Naef, 1912	+	+	–	–	–	–	–	–	21	75
Sepiola intermedia Naef, 1912	+	+	+	+	+	–	–	–	10	114
Sepiola ligulata Naef, 1912	+	+	+	+	+	+	–	–	23	201
Sepiola robusta Naef, 1912	+	+	–	+	+	+	–	–	15	229
Sepiola affinis Naef, 1912	+	+	+	+	+	+	–	–	19	220
Sepietta oweniana (d'Orbigny, 1841)	+	+	+	+	+	+	+	–	14	444
Sepietta neglecta Naef, 1916	+	+	+	+	+	+	+	–	37	334
Sepietta obscura Naef, 1916	+	+	+	+	+	–	–	–	25	113
Rondeletiola minor (Naef, 1912)	+	+	+	+	+	+	+	+	23	733
Heteroteuthis dispar (Rüppell, 1844)	–	–	–	–	–	–	+	–	327	450
Rossia macrosoma (Delle Chiaje, 1830)	–	–	–	+	+	+	+	+	82	742
Order TEUTHOIDEA										
Family LOLIGINIDAE										
Loligo vulgaris Lamarck, 1798	+	+	+	+	+	+	+	–	10	412
Loligo forbesii Streenstrup, 1856	+	–	–	+	+	+	–	–	19	260
Alloteuthis media (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	–	10	334
Family ENOPLOTEUTHIADE										
Abralia verany (Rüppell, 1844)	–	–	–	–	+	+	+	+	107	750
Family ONYCHOTEUTHIDAE										
Onychoteuthis banskii (Leach, 1817)	–	–	–	–	–	–	+	+	335	830
Family HISTIOTEUTHIDAE										
Histioteuthis bonnellii (Férrusac, 1835)	–	–	–	–	+	–	–	+	167	581
Histioteuthis reversa (Verril, 1880)	–	–	–	–	–	–	–	+	564	830
Family OMMASTREPHIDAE										
Illex coindetii (Verany, 1839)	+	+	+	+	+	+	+	+	12	733
Todaropsis eblanae (Ball, 1841)	–	–	+	+	+	+	+	+	19	733
Todarodes sagittatus (Lamarck, 1798)	–	+	–	+	+	+	+	+	77	623
Order OCTOPODA										
Family OCTOPODIDAE										
Octopus vulgaris Cuvier, 1797	+	+	+	+	+	+	–	–	17	396
Octopus macropus Risso, 1826	–	–	–	–	+	–	–	–	107	336
Octopus salutii Verany, 1851	–	–	+	+	+	+	+	–	29	463
Octopus defilippi Verany, 1851	–	–	–	–	+	+	–	–	93	260
Scaeurgus unicirrhus (Delle Chiaje, 1830)	+	+	+	+	+	+	+	–	33	344
Pteroctopus tetracirrhus (Delle Chiaje, 1830)	–	–	–	–	+	+	–	–	110	239
Eledone moschata (Lamarck, 1798)	+	+	+	+	+	–	–	–	10	163
Eledone cirrhosa (Lamarck, 1798)	–	+	+	+	+	+	+	–	17	462

Tab. 1. List of cephalopods caught in the North and Central Adriatic during demersal trawl surveys carried out from 1982 to 2004.

Tab. 1. Lista dei cefalopodi rinvenuti in Alto e Medio Adriatico nell'ambito di *trawl surveys* dal 1982 al 2004.

Sepiola intermedia was caught only in the spring and in the summer from 10 to 120 m of depth (112 individuals), mainly along coastal areas.
Sepiola ligulata was caught between 20 and 200 m of depth (50 individuals), with catches increasing with depth.
Sepiola robusta was regularly found in the northernmost part of the studied area, up to 100 m of depth (292 individuals); in the spring and in the summer 17 specimens were found up to 230 m of depth.
Only four specimens of *Sepiola rondeletii* were caught: two individuals in the summer of 1999 off Pesaro (depth: 21 m) and two in the summer of 2000 off Ancona (75 m).
Rondeletiola minor is mainly distributed in the middle part of the Adriatic basin (**Fig. 5**). Previously, it was doc-

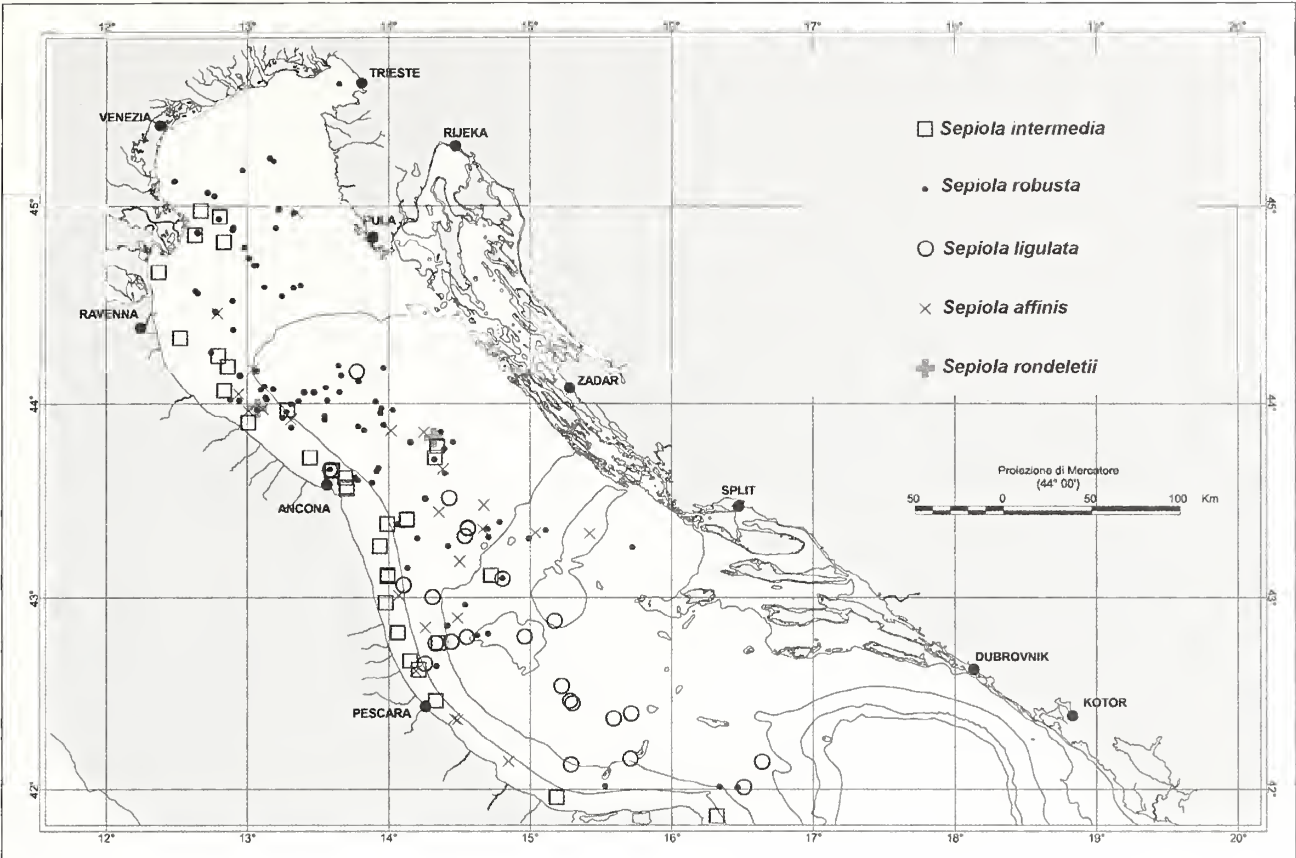


Fig. 4. Distribution area of the genus *Sepiola*.

Fig. 4. Distribuzione del genere *Sepiola*.

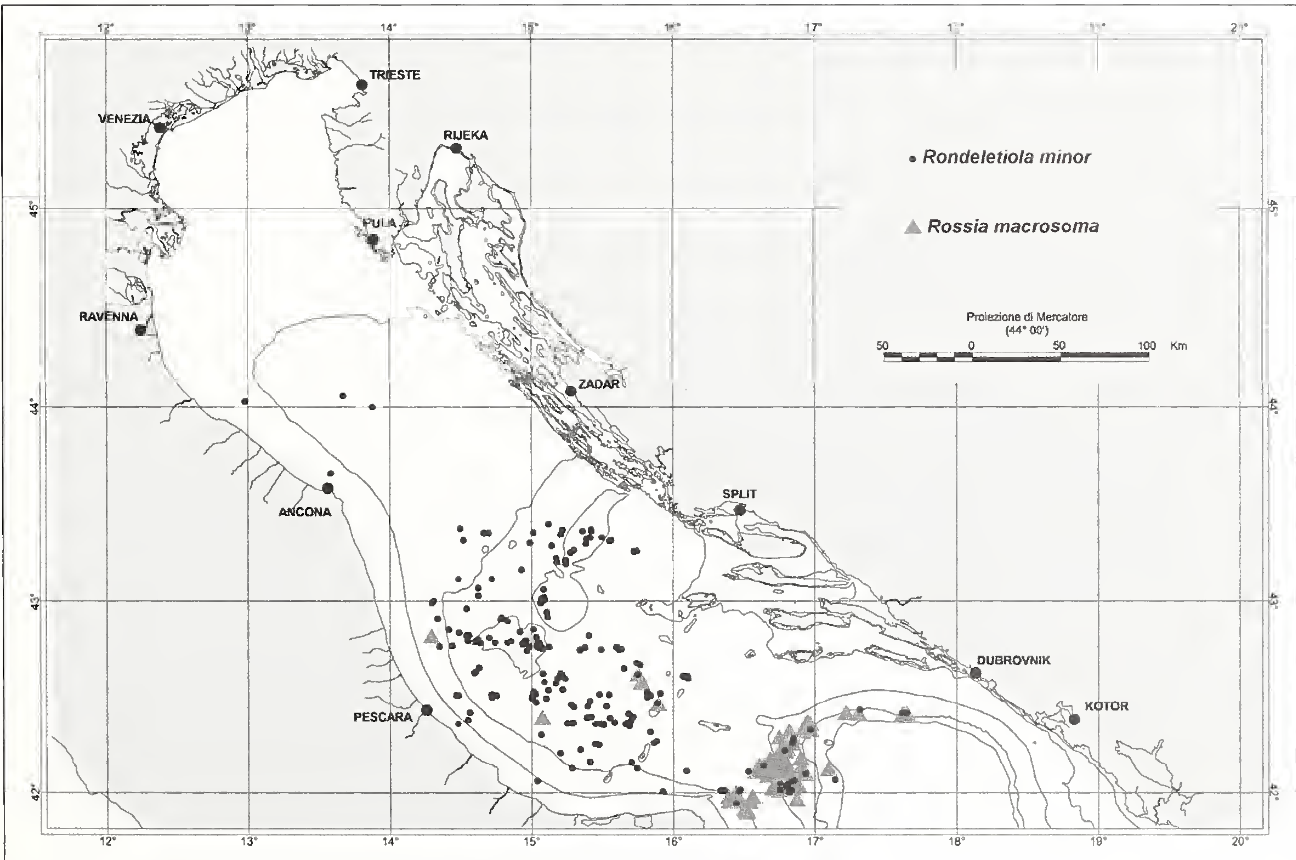


Fig. 5. Distribution area of *Rondeletiola minor* and *Rossia macrosoma*.

Fig. 5. Distribuzione di *Rondeletiola minor* e *Rossia macrosoma*.

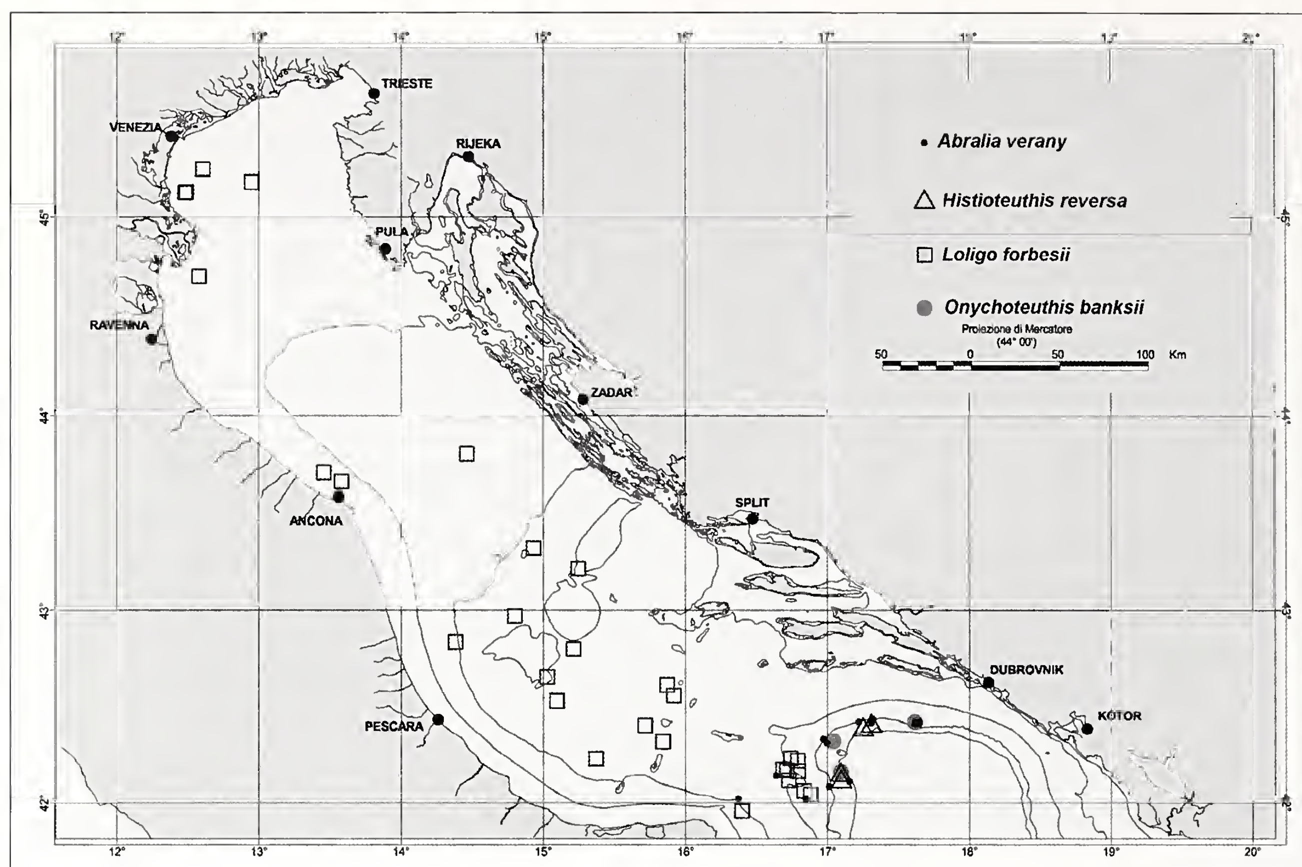


Fig. 6. Distribution area of *Loligo forbesii, Abralia verany, Histioteuthis reversa*, and *Onychoteuthis banksii*.

Fig. 6. Distribuzione di *Loligo forbesii, Abralia verany, Histioteuthis reversa e Onychoteuthis banksii*.

umented up to 150-200 m of depth (Bello, 1990; Guescini & Manfrin, 1986). Recent data point out that this species is common from 150 to 300 m of depth, but four specimens were caught also at depth from 20 to 80 m to the north of Ancona and four specimens beyond 450 m in the area in front of the Gargano promontory. It was always caught together with *S. oweniana*, as observed in other Mediterranean areas (Mannini & Volpi, 1989; Jereb & Di Stefano, 1995).

Rossia macrosoma is mainly distributed in the area in front of the Gargano, from 100 to 450 m of depth (192 specimens); three specimens were netted at 82 m off Giulianova (**Fig. 5**). As it was observed in the Aegean and in the Ionian Seas (D'Onghia et al., 1995), in the northern and central Adriatic as well mature individuals were found throughout all seasons. The smallest mature female measured 47 mm and the smallest male 31 mm. Mantle length ranged from 26 to 58 mm in males, from 30 mm on in females. The latter were found to reach larger sizes than the former, as observed in the Aegean Sea (D'Onghia et al, 1994).

Loliginidae

Loligo forbesii is an uncommon species in the surveyed area. It prefers depths over 50 m (Relini et al., 1999) but 13 specimens were caught at shallower depths in the northern Adriatic, especially in the spring and in the summer (**Fig. 6**); the same depth of capture was already documented in the southern Adriatic Sea (Bello, 1990).

Alloteuthis media is widely found in the Middle and North Adriatic from 50 to 200 m of depth with occasional catches down to 500 m. In all seasons *A. media* is more concentrated to the depth of 50 m and its abundance decreases with depth. Unlike the North Tyrrhenian Sea (Mannini & Volpi, 1989), seasonal migrations towards the coastal waters were not observed during the spawning period. The largest abundance indices were reported in the autumn survey (Soro & Piccinetti-Manfrin, 1989).

Ommastrephidae

Todarodes sagittatus and *Todaropsis eblanae* share a similar distribution (**Fig. 7**). *Todarodes sagittatus* was rarely caught, mainly in the central Adriatic from 90 to 610 m of depth, although nine individuals were caught at 70 m; in all, 54 individuals were caught. Catches increased with depth, from 0.08 kg/km^2, in the 50-100 m stratum, to 1.57 kg/km^2, in the 500-800 m stratum.

Todaropsis eblanae was fished only in the central Adriatic (1,014 specimens), from 20 to 750 m of depth, often together with *Illex coindetii*, as also found by Gamulin-Brida & Ilijanić (1972). It showed the largest abundance from 200 to 300 m of depth. Biological data of *Todaropsis eblanae* point out a wide reproductive period: in the Adriatic Sea individuals are found at different maturity stages all year though, as in the Tyrrhenian Sea (Favilla, 1996). Mature specimens were found throughout the year although they were more abundant in the spring and autumn. This is in agreement with Mangold-Wirz

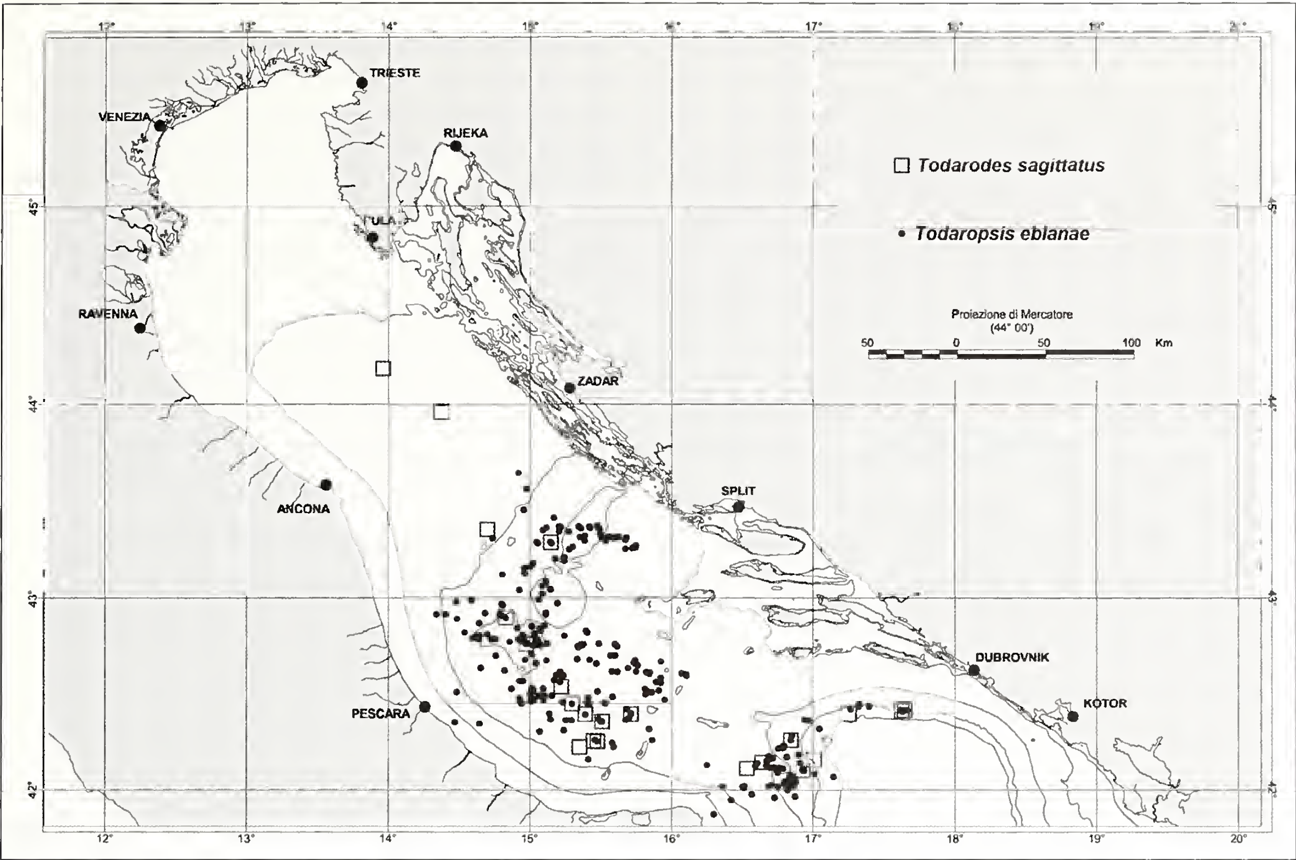


Fig. 7. Distribution area of *Todarodes sagittatus* and *Todaropsis eblanae*.

Fig. 7. Distribuzione di *Todarodes sagittatus* e *Todaropsis eblanae*.

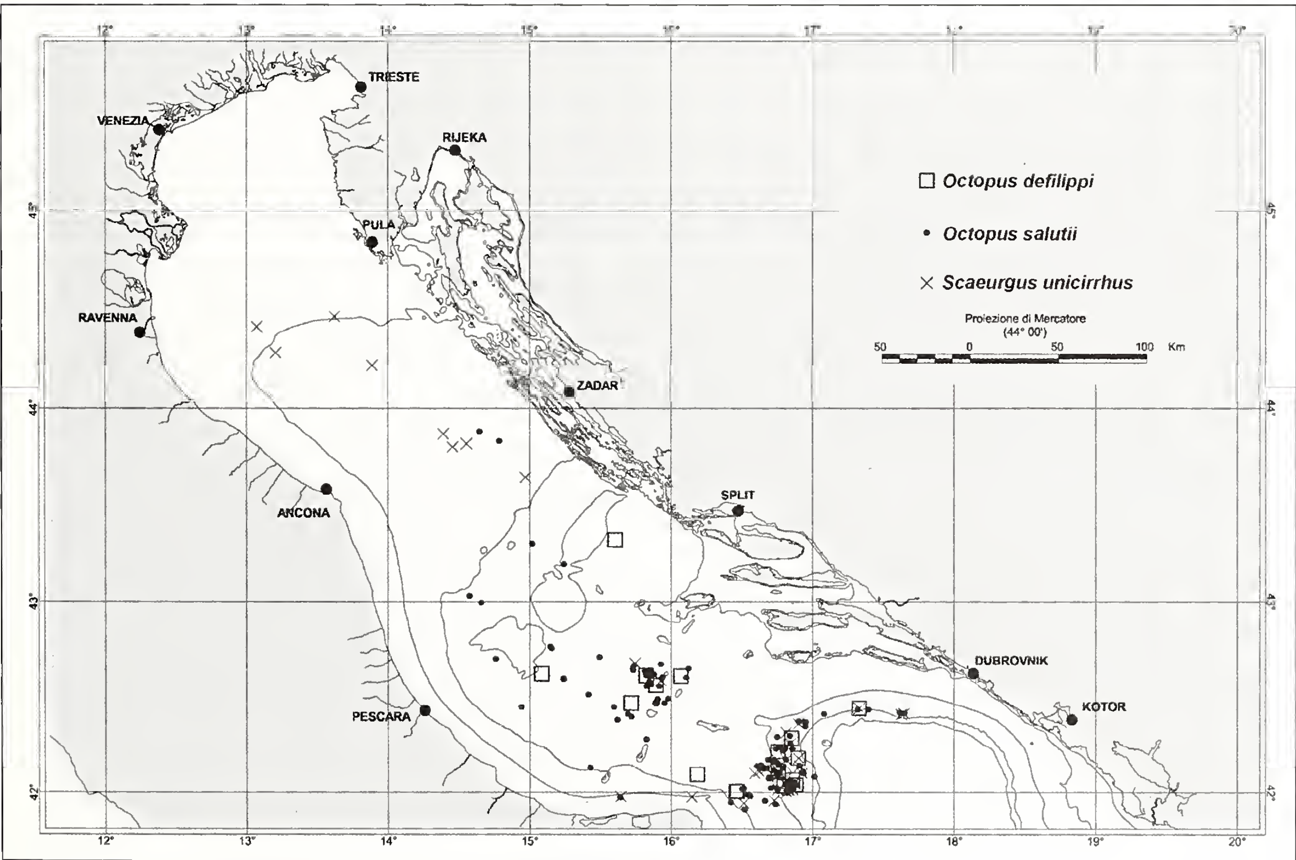


Fig. 8. Distribution area of *Octopus defilippi*, *Octopus salutii* and *Scaeurgus unicirrhus*.

Fig. 8. Distribuzione di *Octopus defilippi*, *Octopus salutii* e *Scaeurgus unicirrhus*.

(1963) who documented the reproductive period from March to November. Males reach maturity at a smaller ML than females (Relini et al., 1999). In the study area the minimum size for a mature male was 100 mm and for a mature female 110 mm. Females attained larger sizes than males, in agreement with Relini et al. (1999). The maximum size observed was 185 mm in females and 140 mm in males.

Octopodidae

Herein only data about *Octopus salutii, Octopus defilippi*, and *Scaeurgus unicirrhus* are reported; for the other species of the order Octopoda, refer to Casali et al. (1998) and Soro & Paolini (1994).

These species inhabit sandy and muddy bottoms (Mangold-Wirz, 1963; Boletzky, 1977). The most abundant catches were recorded in the area in front of the Gargano promontory (**Fig. 8**), probably because of suitable depths and type of bottom.

Among these species, *O. salutii* showed the widest bathymetric range: 279 specimens were caught from 50 to 450 m of depth; in the summer of 2004 an individual was caught at 30 m. Catches increased with depth.

In other areas of the Mediterranean *S. unicirrhus* is occasionally found, usually deeper than 100 m (Mannini & Volpi., 1989; Bello, 1990; Pastorelli et al., 1998). In the study area it was collected in the bathymetric range from 50 to 400 m (102 specimens); some individuals were also caught in the northern part of the Adriatic.

Octopus defilippi showed the lowest abundance; it was rarely caught (33 specimens) and only in the southern area of the Middle Adriatic at depths from 110 to 260 m.

Rare species

Abralia veranyi is a pelagic species which was caught only in summer off the Gargano promontory. The largest catches were recorded from 300 to 400 m of depth; however it was found in a wider bathymetric range, from 100 to 750 m (**Fig. 6**).

Only 12 individuals of *Onychoteuthis banskii* were caught in three summer surveys at depths from 330 to 830 m (**Fig. 6**).

Histioteuthis reversa was caught in the summer. The four netted individuals were found between 550 and 830 m of depth (**Fig. 6**).

Discussion

The distribution of cephalopods depends on many factors including their evolutionary history, the geographical history and the environmental conditions (Boletzky, 1999).

The bathymetric range of the species caught in the trawl surveys in the central and northern Adriatic agrees with and supports the data reported for other areas of the Mediterranean (D'Onghia et al., 1995; Mannini & Volpi, 1989; Pastorelli et al., 1998).

Only few species show anomalous occurrences. Some specimens of *Octopus salutii* were fished at depths shallower than 50 m, *Todarodes sagittatus* at 70 m, whereas two specimens of *Sepiola affinis*, which is considered a shallow water species, were found deeper than 200 m.

In the study area, little biological information is available about rarely caught species as well as low commercial value ones, compared to fishery targeted cephalopods. This study makes us suppose a broad reproductive period for some species such as *Todaropsis eblanae*, *Sepia elegans*, *Sepia orbignyana*, *Sepietta oweniana*, and *Rossia macrosoma*. We expect to widen the knowledge of many aspects of the ecology and reproductive biology of all these species with the data to be collected in the next surveys.

Acknowledgements

We would like to thank Dr. Gabriella Manfrin for her help and support during the fieldwork and Dr. Giambattista Bello for constructive suggestions and language improvement of the text. Thanks are also due to two anonymous referees for their useful comments on the manuscript.

References

Belcari P. & Sartor P., 1993. Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian sea. *Scientia Marina*, **57**: 145-152.

Bello G., 1990. The cephalopod fauna of the Adriatic. *Acta Adriatica*, **31**: 275-291.

Bello G., 2003. The biogeography of Mediterranean cephalopods. *Biogeographia*, **24**: 209-226.

Boletzky S.v., 1999. Biologie et biogéographie des céphalopodes actuels. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **170**: 205-215.

Boletzky S.v., 1977. Le développement embryonnare de *Scaeurgus unicirrhus*: contribution a l'étude du "Macrotritopus problem" (Mollusca, Cephalopoda). *Rapports et procès-verbaux des réunions de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, **24** (5): 53-63.

Casali P., Manfrin Piccinetti G. & Soro S., 1998. Distribuzione di cefalopodi in Alto e Medio Adriatico. *Biologia Marina Mediterranea*, **5** (2): 307-317.

D'Onghia G., Matarrese A., Tursi A., Maiorano P. & Panetta P., 1995. Osservazioni sulla teutofauna epi e mesobatiale nel Mediterraneo orientale (Mar Ionio e Mar Egeo). *Biologia Marina Mediterranea*, **2** (2): 199-204.

D'Onghia G., Tursi A., Panetta P. & Maiorano P., 1994. Nota sulla biologia di *Rossia macrosoma* (Mollusca, Cephalopoda) nel Mar Egeo Settentrionale. *Biologia Marina Mediterranea*, **1** (1): 329-330.

Favilla M., 1996. Biologia ed ecologia di *Todaropsis eblanae* (Ball, 1841) (Cephalopoda: Ommastrephidae) nel Mar Tirreno settentrionale. *Tesi di laurea*, Università di Pisa: 107 pp.

Gamulin-Brida H. & Ilijanić V., 1972. Contribution a la connaissance des céphalopodes de l'Adriatique. *Acta Adriatica*, **24** (6): 3-12.

Guescini A. & Manfrin G., 1986. Distribuzione di Sepiolidi nell'Adriatico centro-settentrionale. *Nova Thalassia*, **8** (suppl. 3): 513-518.

Jereb P. & Di Stefano M., 1995. First observation on the Sepi-

olidae (Mollusca: Cephalopoda) of the bathyal zone of the strait of Sicily. *Biologia Marina Mediterranea*, **2** (2): 205-209.

Jereb P. & Ragonese S., 1991. *Sepia elegans* e *Sepia orbignyana* first studies on the presence of the elegant and pink cuttlefish in the Sicilian channel. In Boucaud-Camou E. (ed.), *Acta of the First International Symposium on the cuttlefish* Sepia. Centre de publications de l'Université de Caen, Caen: 17-29.

Mangold-Wirz K., 1963. Biologie des céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalan. *Vie et Milieu*, **13**, suppl.: 1-285.

Mannini P. & Volpi C., 1989. Nota sulla presenza e distribuzione di alcuni cefalopodi del Tirreno Settentrionale. *Oebalia*, **15**: 693-701.

Pastorelli A.M., Vaccarella R., Marsan R. & Marzano M.C., 1998. Valutazione delle risorse demersali nel basso Adriatico pugliese (1990-1995): Cefalopodi. *Biologia Marina Mediterranea*, **5** (2): 326-335.

Relini G., Bertrand J. & Zamboni A., (eds.) 1999. Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biologia Marina Mediterranea*, **6** (suppl. 1): 1-868.

Soro S. & Paolini M., 1994. *Illex coindetii* (Verany, 1839): aspetti biologici ed evoluzione della popolazione in Alto e Medio Adriatico. *Biologia Marina Mediterranea*, **1** (1): 213-218.

Soro S. & Piccinetti Manfrin G., 1989. Biologia e pesca di cefalopodi in Adriatico. *Nova Thalassia*, **10** (suppl. 1): 493-498.

Lavoro ricevuto il 29 luglio 2005
Lavoro accettato il 22 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 71-80 (suppl. 2009)

Distribution of juvenile cephalopods collected during a survey on tuna larvae in the Mediterranean Sea (1994)

Gian Maria Balducci* (✉) & Corrado Piccinetti[#]

* Società Cooperativa Progetto Blu, (C.I.R.S.PE, Centro Italiano Ricerche e Studi per la Pesca), Strada Nazionale Adriatica Sud, 44/8, 61032 Fano (PU), Italy, gbalducci@progettoblu.it (✉) Corresponding Author

[#] Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università degli Studi di Bologna, Laboratorio Biologia Marina e Pesca di Fano, V.le Adriatico 1/N, 61032 Fano (PU), Italy, cpiccinetti@mobilia.it

Abstract

Plankton samples were collected during a survey on tuna larvae carried out throughout the Mediterranean Sea from the 7July to the 5 August 1994. Two double oblique hauls, with a BONGO 60 plankton net and a FAO plankton net, were carried out in 302 stations. The examination of the BONGO collected samples revealed 542 juvenile cephalopod specimens of 14 different species. Results showed that juvenile cephalopods are a significant part of the zooplankton in the epipelagic stratum of the Mediterranean Sea. They are represented mostly by members of the families Onychoteuthidae and Enoploteuthidae. Juveniles of *Chtenopteryx sicula* were also abundantly collected.

Riassunto

Il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, nell'ambito della Commissione Internazionale per la Conservazione dei Tunnidi dell'Atlantico e del Mediterraneo (ICCAT), ha condotto una campagna di pesca sperimentale in 302 stazioni, utilizzando due retini per plancton, BONGO 60 e FAO. Le stazioni, distribuite su tutta l'area mediterranea, erano distanti fra loro 15 miglia nautiche. I prelievi, svolti sia nelle ore diurne che in quelle notturne, hanno interessato il bacino orientale, nel periodo dal 17/6/94 al 7/7/94 (stazioni 1-116), e quello occidentale, dal 23/7/94 al 5/8/94 (stazioni 140-302). Le pescate sono state effettuate in doppio obliquo, raggiungendo una profondità media di 70 m. Per ogni campione, sono stati separati gli stadi giovanili dei cefalopodi dal resto del plancton. L'identificazione si è basata soprattutto sull'analisi morfologica ed ha preso in esame esclusivamente il materiale raccolto dal BONGO 60. In tutto sono stati catturati 542 giovani planctonici, per 115 dei quali non è stata possibile l'identificazione a livello specifico. Sono state individuate 14 specie. Le modalità con cui sono state eseguite le pescate non consentono un'analisi precisa dei ritrovamenti in base alla profondità. Dalla suddivisione in fasce orarie delle pescate effettuate durante la campagna è emerso che una componente significativa delle catture è stata registrata nelle ore notturne. Tenendo conto della profondità media raggiunta dal retino, si può supporre che i giovani cefalopodi risiedano a profondità maggiori nelle ore diurne portandosi verso la superficie durante la notte. Nella regione epipelagica del Mediterraneo, lungo i punti presi in esame dalla campagna, i giovani cefalopodi costituiscono una componente significativa dello zooplancton, e fra essi si nota una predominanza di Onicoteutidi e di Enoploteutidi ai quali si deve aggiungere la presenza massiccia di giovani di *Chtenopteryx sicula* finora non evidenziata in letteratura.

Key words

Juvenile stages, Cephalopoda, Mediterranean, plankton, distribution.

Introduction

Juvenile cephalopods play an important role in the feeding relation and in the trophic web of the pelagic marine ecosystem (Amaratunga, 1983). However, young forms are still not known for many species and the identification of young stages often does not reach the desired taxonomic level (Sweeney et al., 1992).

Juvenile cephalopods show many features that are not present in adult stage (Okutani, 1987): compared to adults they have different body proportions, a different mantle shape, often with rudimental fins and different body chromatophores pattern. Young stages of many species have stalked eyes and quite often a different number of photophores than in the adult phase. However, these characteristics are very useful for juvenile identification (Okutani, 1987).

The post-hatching cephalopods growth has been analysed by many authors and one of the important controversies concerns the validity of the term "larva" and whether the very young cephalopods may be defined "larvae". Indeed as for the cephalopods this definition is not completely right because their metamorphosis does not pass through a second stage (Boletzky, 1974).

Old studies on specimens collected in the Mediterranean Sea are useful to the identification of the juvenile stages of some species (Naef, 1923; Issel, 1920a, b, 1925; Degner, 1925; Sanzo, 1929). Roper (1974) gave an important contribution to the knowledge of vertical and seasonal distribution of pelagic cephalopods in the Mediterranean Sea. A survey followed by the collection of juvenile cephalopods was carried out by Sanchez and Molí (1985) along the Mediterranean coast of Spain, and three more recent surveys have been carried out in the Aegen Sea (Lefkaditou et al., 1999 and 2005; Salman et al., 2003).

All these studies gave a precious contribution to the knowledge on the ecology, distribution and identification of young cephalopods in the Mediterranean Sea. However, these studies took into consideration a limited area. Following the survey carried out by Roper (1974),

which took into consideration adult specimens too, no other plankton survey throughout the whole Mediterranean basin is reported in the scientific literature.

The aim of this paper is to contribute to the knowledge of the distribution of juvenile cephalopods in the Mediterranean Sea, with the identification of many young cephalopods stages collected during an ICCAT international research survey on tuna larvae carried out by the Fano Marine Biology Laboratory. The objective of the ICCAT plankton survey was to determine the distribution and the abundance of tuna larvae in this basin. The expedition provided an occasion to examine the plankton samples collected in 302 stations distributed in the whole Mediterranean Sea, in the summer of 1994. The survey has investigated mainly the epipelagic water layer. With this study we aimed to examine the presence of young cephalopods in this area according to the different light conditions of a 24-hour period.

Material and methods

The juvenile cephalopods were collected in the summer of 1994, from the 17 June to the 5 August, during an international research survey on tuna larvae carried out in the Mediterranean Sea.

The research was carried out by two vessels, the Italian Copernaut "Franca" and the Japanese Soyu Maru, along the Mediterranean area, in pre-established 302 stations 15 miles apart of one another. In each point two double oblique hauls, the first one with a BONGO 60 plankton net and the second one with a FAO plankton net, were carried out. The bongo 60 plankton net is composed of two 60 cm diameter mouths fitted with 335 µ and 505 µ mesh nets respectively; the FAO plankton net has a single 100 cm diameter mouth fitted with a 505 µ net.

In this study we took into consideration all the samples collected by the BONGO 60 by the Italian vessel. This vessel worked continuously during the survey period, that is day and night; therefore the hauls were carried out with different light conditions, during daytime, at sunset, at night and at sunrise (**Tab. 1**). The collected samples were separated into three different light interval: from 8 am to 6 pm (high light intensity), from 8 pm to 6 am (low light intensity), from 6 am to 8 am and from 6 pm to 8 pm (intermediate light intensity) **(Tab. 1)**.

In a specific area of the Ionian Sea, "inter-calibration zone" in order to calibrate the collected data by the two vessels, 22 hauls (station nos. 117 to 139) were carried out simultaneously by both vessels, from the 19 July to the 20 July.

From the 17 June to the 7 July, the Italian vessel worked in the eastern Mediterranean basin, from the 23 July to the 5 August, in the western basin. The data collected in the intercalibration-zone were pooled to those of the east side for their quantitative assessment.

During the survey, the hydrological parameters salinity and oxygen level were sampled by the Idronaut probe.

In each station, the plankton nets were double-towed obliquely between the surface and the depth of 70-80 m. Each net was equipped with a mechanical flow-metre to record the volume of filtered water and a depth-finder to estimate the tow depth. Through the combination between the volume of water filtered and the maximum depth reached in each haul it is possible to evaluate the number of juveniles collected per unit surface (m^2). For a best representation of data we have multiplied the results by 1,000 and we have showed the richness as N specimens/1,000 m^2.

All samples were fixed and preserved in 5% seawater formalin for the subsequent laboratory processing. Sample analysis and juvenile cephalopod identification was carried out with an optical microscope. Each preserved specimen was measured (dorsal mantle length, ML).

The species were identified according to Issel (1920 a, b, 1925), Naef (1923) and the key in the manual for "larval" and juvenile cephalopods identification (Sweeney, 1992).

Results

Juvenile cephalopods were caught in 194 stations, i.e. 64% of the total stations. In these stations, in all 542 young cephalopods were caught.

The identification of 115 specimens was impossible, either because they were too damaged during the haul or badly preserved, or because of their too early development stage.

The sampling depth was in between 38 and 140 m; anyway most of the hauls were carried out in the depth range from 60 to 100 m. The bongo 60 reached the depth of 100 m or deeper in 50 stations.

The low light positive stations are included in the 70-90 m depth range. The net reached a depth deeper than 100 m in 7 night positive hauls and in 14 positive daytime

Mediterranean zone	Period	N of stations	N of station at each light intensity interval		
			High	Intermediate	Low
East	17.6.94 – 7.7.94	116	51	20	45
Inter-calibration	19.7.94 – 20.7.94	23	3	7	13
West	23.7.94 – 5.8.94	163	64	28	71
Overall	17.6.94 – 5.8.94	302	118	55	129

Tab. 1. Number of stations sampled during the survey period in each area and in each light interval.

Tab. 1. Numero di stazioni campionate e periodo di campionamento in ciascuna area ed in ciascuna condizione di luce.

stations. However, oblique tows do not give an accurate information on the depth of catches.
The number of positive stations in the three different light conditions is shown in **Fig. 1**.
The highest number of positive stations is in the low light interval: 93 positive stations for young cephalopods out of 129 sampled stations.
The following percentages of collected juveniles cephalopods are: 53% caught during the night, 30% in the day light, and 17% with intermediate light conditions (**Fig. 2**). **Tab. 1** reports the total number of juveniles caught in each light interval; 287 young specimens were collected at night. However the number of hauls carried out in each light interval is different and the majority of hauls were carried out at night. We tested such data by the Pearson's χ^2-test to verify the significance, if any, of this difference. The χ^2-test showed that there is no causal relation between intensity of light and the probability to catch young cephalopods ($P > 0.05$); on the contrary, it appears that the intensity of light has an influence on the number of juveniles caught ($P < 0.001$).
Moreover, three different intervals of richness have been identified: 1) $50 \leq$ N specimens/1000 m^2 ≤ 200; 2) $200 \leq$ N specimens/1000 m^2 ≤ 700; 3) N specimens/1000 m^2 > 700.
The maps in **Figs. 3** to **11** show the distribution of the collected species (positive stations along the sampling grid). In the maps, the respective richness interval for each station, regarding the most abundant species, is shown.
In **Fig. 3** the richness distribution (juvenile cephalopods/1000 m^2) along the sampling grid according to the three interval pre-established is shown.
According to the data presented in **Tab. 2**, a larger quantity of young cephalopods was collected in the eastern basin. In this basin there are 15 stations with the richness in the highest interval, 12 of which are in the Ionian Sea, whereas in the western basin such a richness is reached

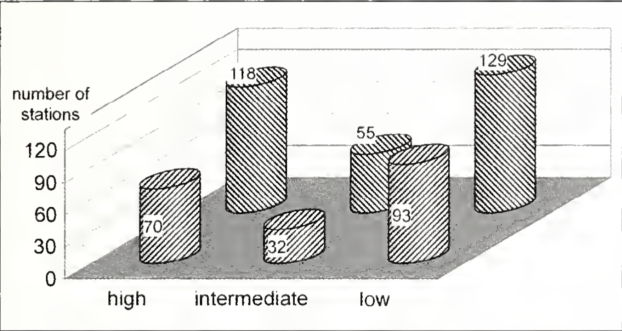


Fig. 1. Number of positive tows/total number of tows carried out in each light interval.

Fig. 1. Numero di cale positive/numero totale di cale effettuate in ciascuna condizione di luce.

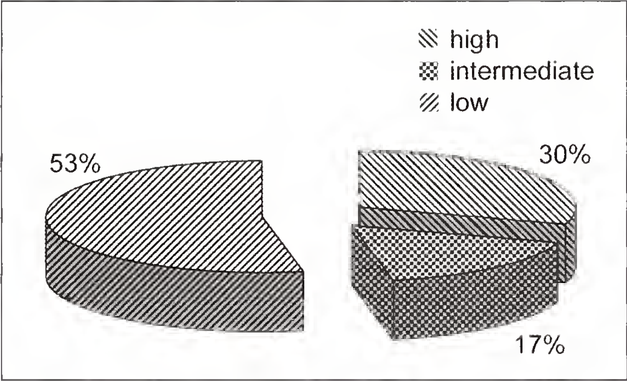


Fig. 2. Percentage of catches accomplished in each light interval.

Fig. 2. Percentuale di catture realizzate in ciascuna condizione di luce.

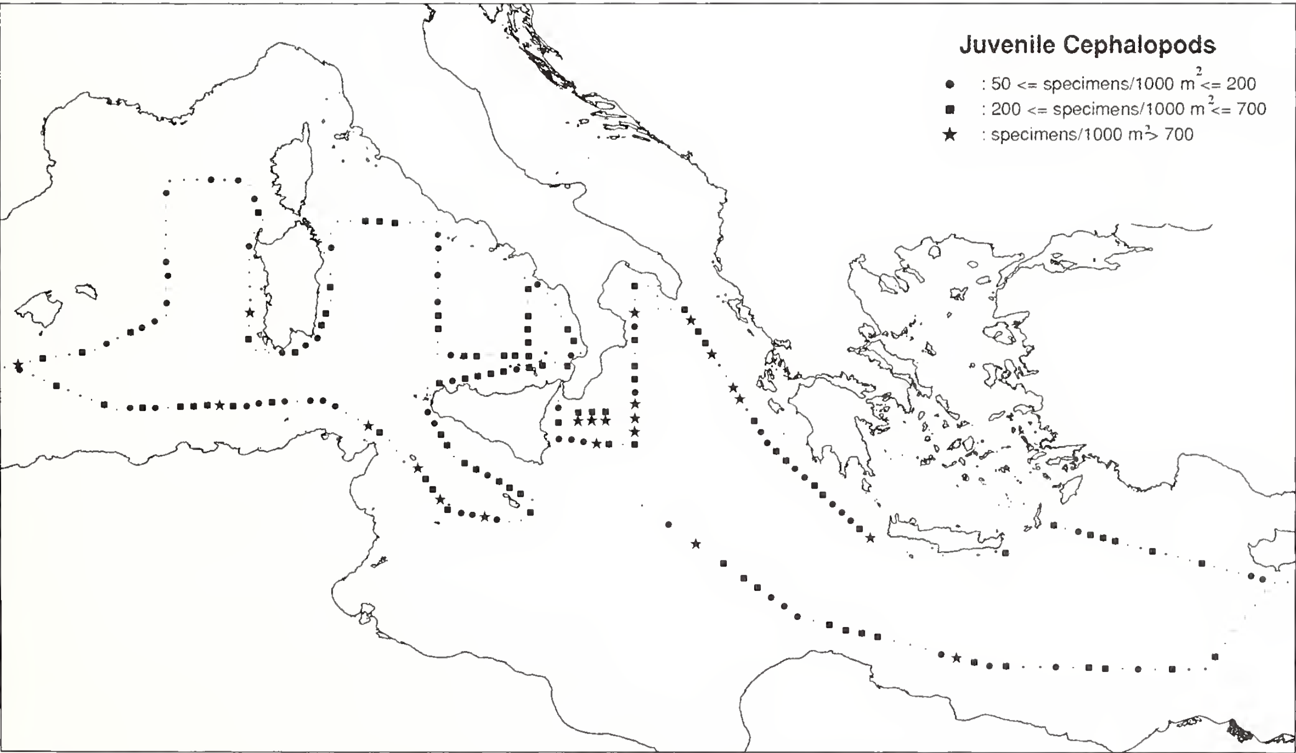


Fig. 3. Abundance (specimens/1000 m^2) of total juvenile cephalopods collected along the sampling grid.

Fig. 3. Abbondanza complessiva (esemplari/1000 m^2) dei giovanili di cefalopodi raccolti lungo la griglia di campionamento.

only in 7 stations. As regards the West Mediterranean, we have recorded the highest number of catches in the Sicily Channel and in the southern Tyrrhenian between the Ustica island and the Aeolian Archipelago. The lowest quantity of catches was recorded in the stations in the north-western side of the basin.

Species	N	Mediterranean area		Light intensity			ML range
		West	East	interm.	high	low	mm
Heteroteuthis dispar (Rüppell, 1844)	12	11	1	–	–	12	3-5
Ancistrocheirus lesueuri (d'Orbigny, 1842)	3	2	1	–	1	2	5-9
Enoploteuthidae spp.	75	34	41	18	22	35	1.6-8
Brachioteuthis riisei (Steenstrup, 1882)	18	4	14	–	4	14	1.2-15
Chiroteuthis veranii (Férussac, 1835)	3	1	2	–	1	2	8-35
Galiteuthis armata Joubin, 1898	6	–	6	2	3	1	3.6-8
Chtenopteryx sicula (Vérany, 1851)	106	16	90	20	29	57	1.2-6
Octopoteuthis sicula Rüppell, 1844	36	27	9	18	1	17	1-3.6
Ommastrephidae spp.	27	18	9	2	6	19	1.2-4.4
Onychoteuthidae spp.	111	68	43	6	41	64	1.8-6
Thysanoteuthis rhombus Troschel, 1857	6	–	6	1	4	1	2.8-8
Octopus defilippi Vérany, 1851	1	1	–	–	1	–	2.8
Octopus vulgaris Cuvìer, 1797	11	7	4	1	6	4	1.2-3.2
Scaeurgus unicirrhus (Delle Chiaje, 1840)	12	6	6	1	5	6	1-3.6
Unidentified	115	44	71	24	38	53	–
Total cephalopods	542	239	303	93	162	287	–

Tab. 2. Cephalopod species, number of individuals collected per species in the two Mediterranean basins and in each light intervals, and their size ranges.

Tab. 2. Specie di cefalopodi, numero di individui raccolti per specie nei due bacini mediterranei in ciascuna condizione di luce e loro taglie.

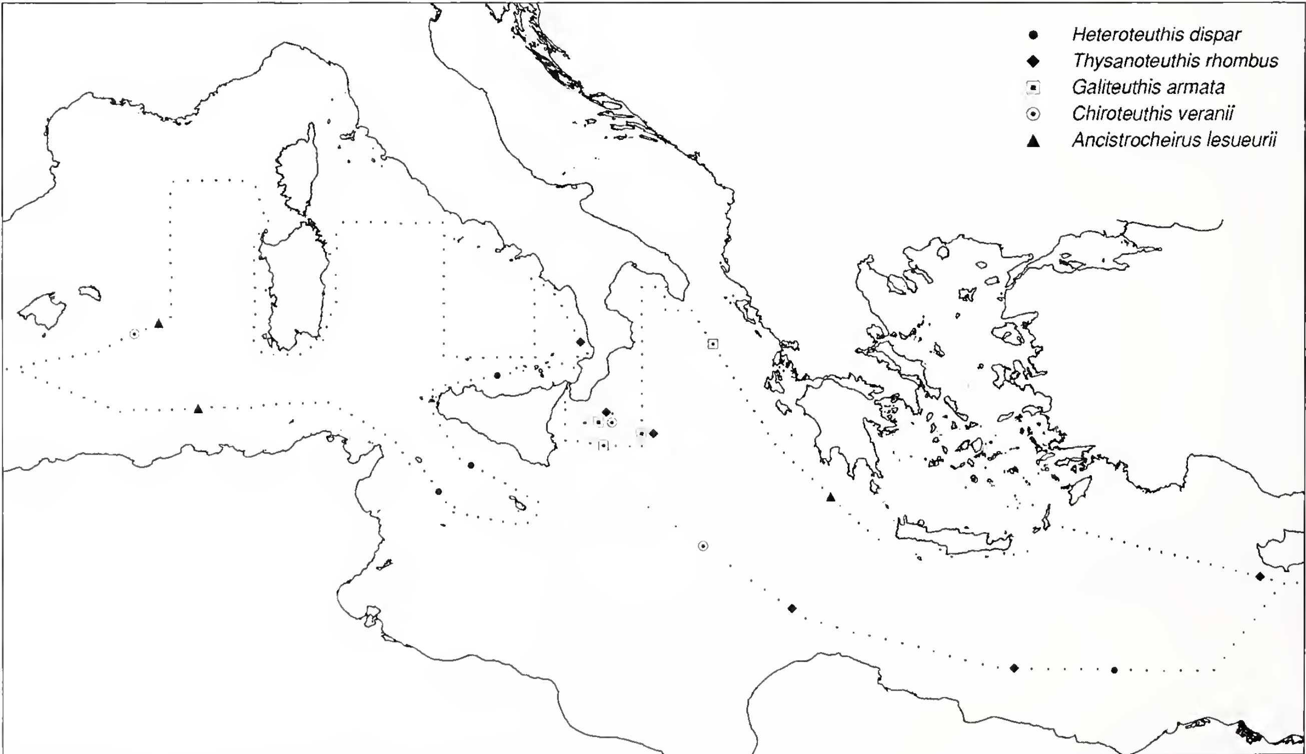


Fig. 4. Distribution of *Heteroteuthis dispar* and most rare species: *Thysanoteuthis rhombus*, *Galiteuthis armata*, *Ancistrocheirus lesueurii*, and *Chiroteuthis veranii*.

Fig. 4. Distribuzione di *Heteroteuthis dispar* e delle specie più rare: *Thysanoteuthis rhombus*, *Galiteuthis armata*, *Ancistrocheirus lesueurii* e *Chiroteuthis veranii*.

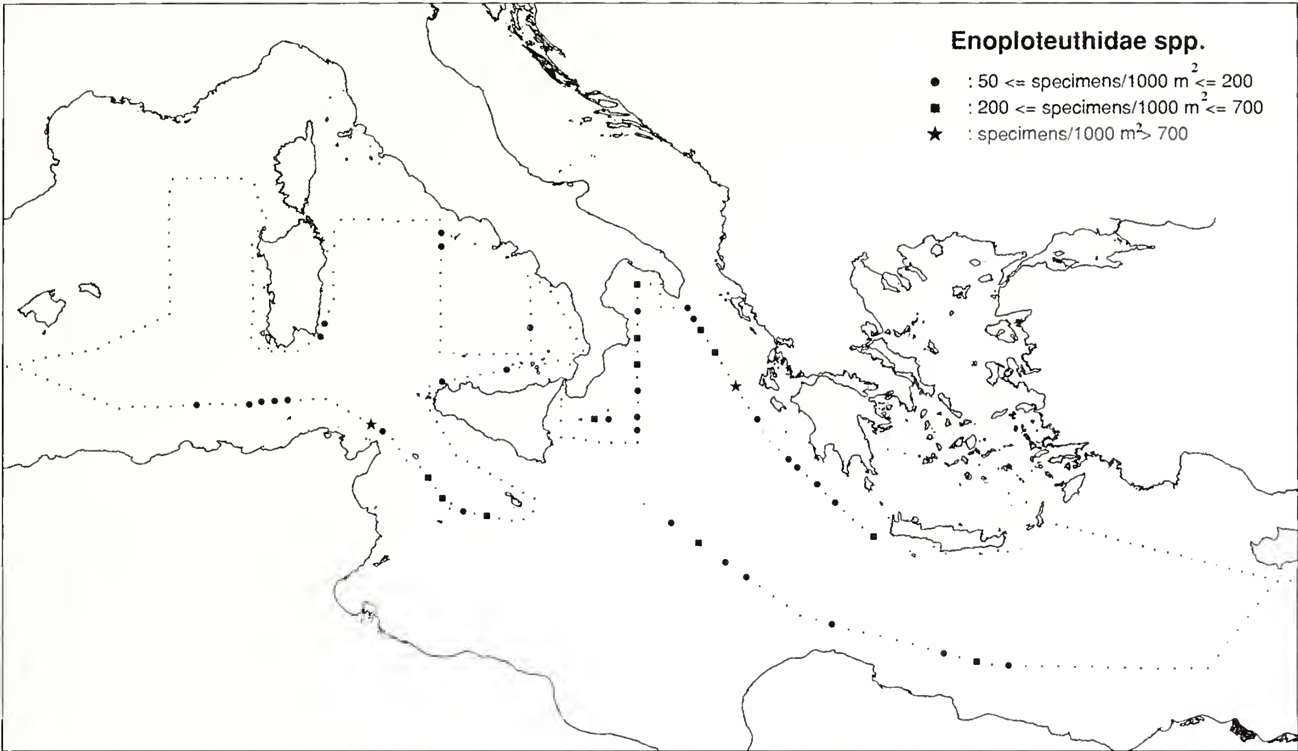


Fig. 5. Distribution and abundance (specimens/1000m^2) of Enoploteuthidae spp.

Fig. 5. Distribuzione e abbondanza (esemplari/1000m^2) di Enoploteuthidae spp.

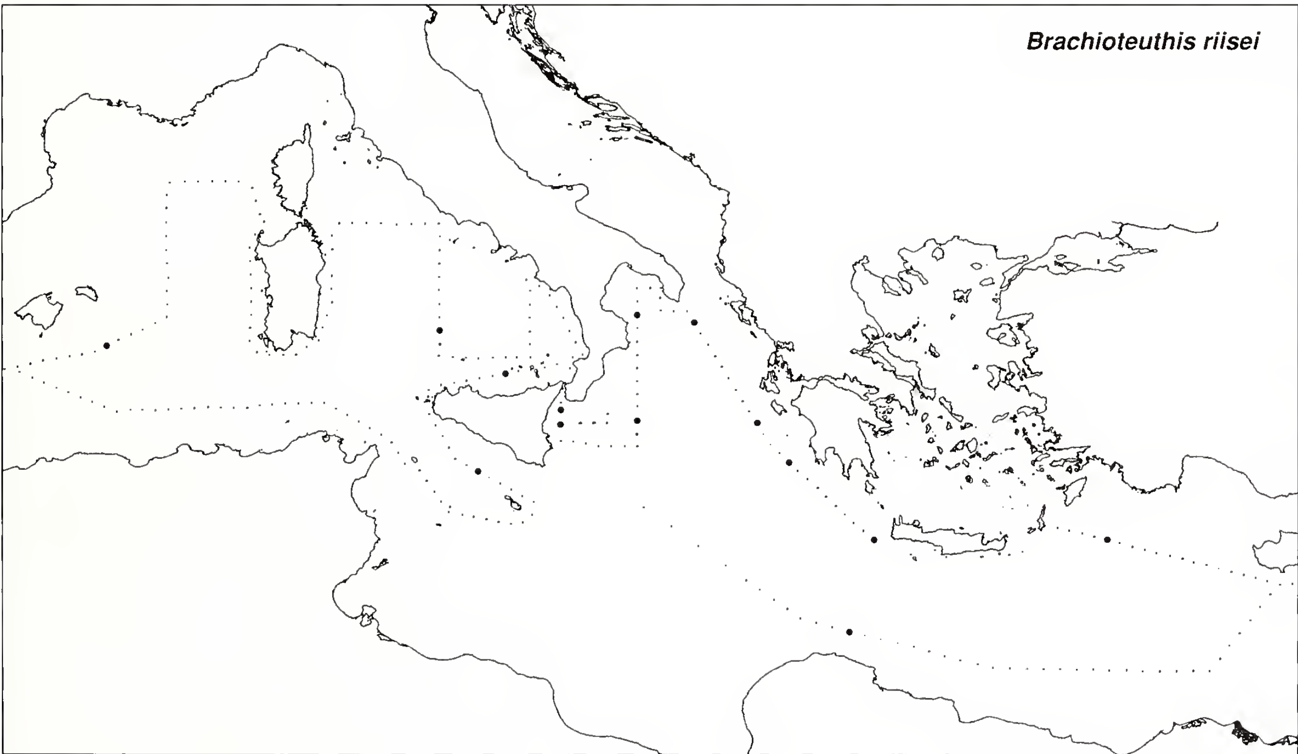


Fig. 6. Distribution of *Brachioteuthis riisei*.

Fig. 6. Distribuzione di *Brachioteuthis riisei*.

The table shows the species collected and the number of specimens belonging to each species, their size (ML), the area of captures and the relative light intensity during the hauls. It appears that the majority of specimens were caught at night. However, juveniles of the most abundant species (Enoploteuthidae spp., Onychoteuthidae spp., and *Chtenopteryx sicula*) were also collected abundantly in other light interval.

The quantitative data for all the collected species are shown in **Tab. 2**.

The following species deserve a more detailed analysis.

Family Enoploteuthidae

In the Mediterranean Sea, this family is represented by two species (Mangold & Boletzky, 1987): *Abralia veranyi* (Rüppell, 1844) and *Abraliopsis morisii* (Verany, 1839). We found 75 specimens belonging to this family, 41 of which collected in the East Mediterranean and 34 in the West Mediterranean. In the east side of the basin the catches are rather uniformly distributed, except the area between the Island of Crete and Cyprus. We found some specimens in the western basin along the west coasts of Sardinia, in the Tyrrhenian Sea and along the Tunisian coasts (**Fig. 5**). Most collected specimens were too little (1.6 to 6 mm ML) to allow any identification to the species level; the only specimen large enough to be identified (8 mm ML) was in a bad state of preservation.

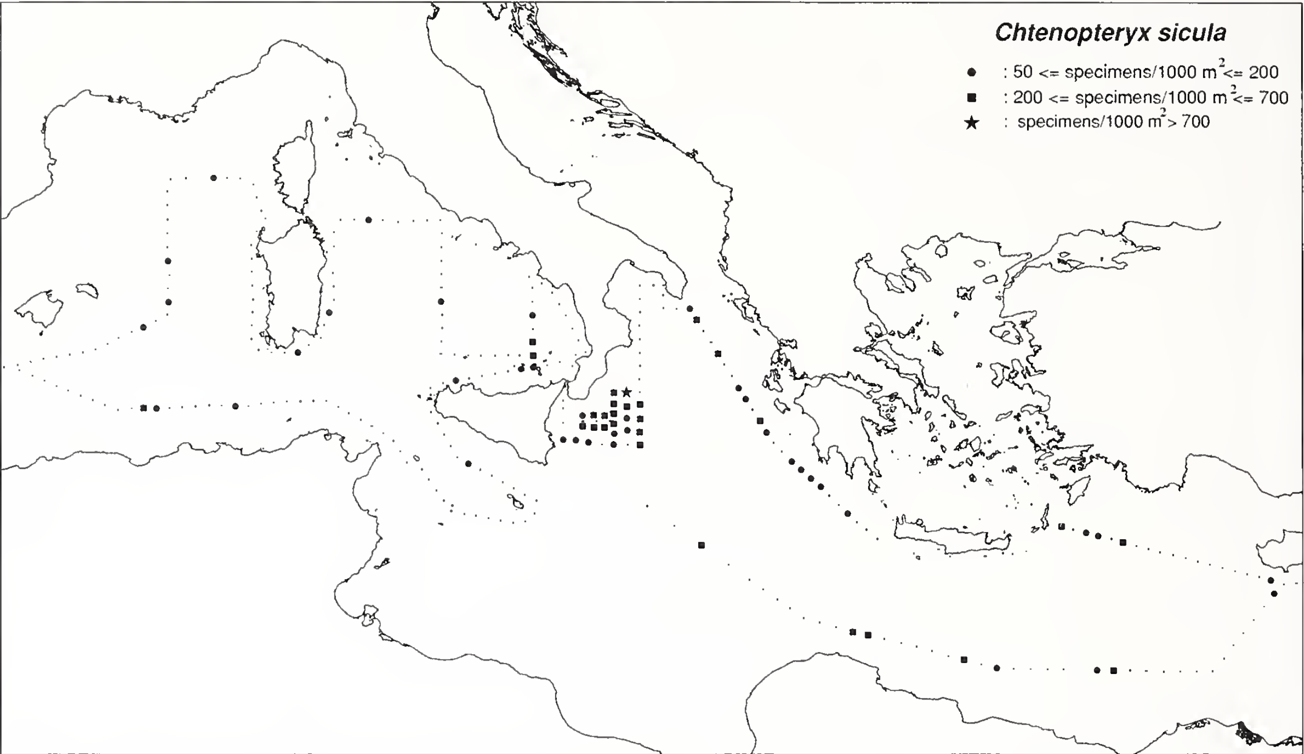


Fig. 7. Distribution and abundance (specimens/1000m²) of *Chtenopteryx sicula*.

Fig. 7. Distribuzione e abbondanza (esemplari/1000m²) di *Chtenopteryx sicula*.

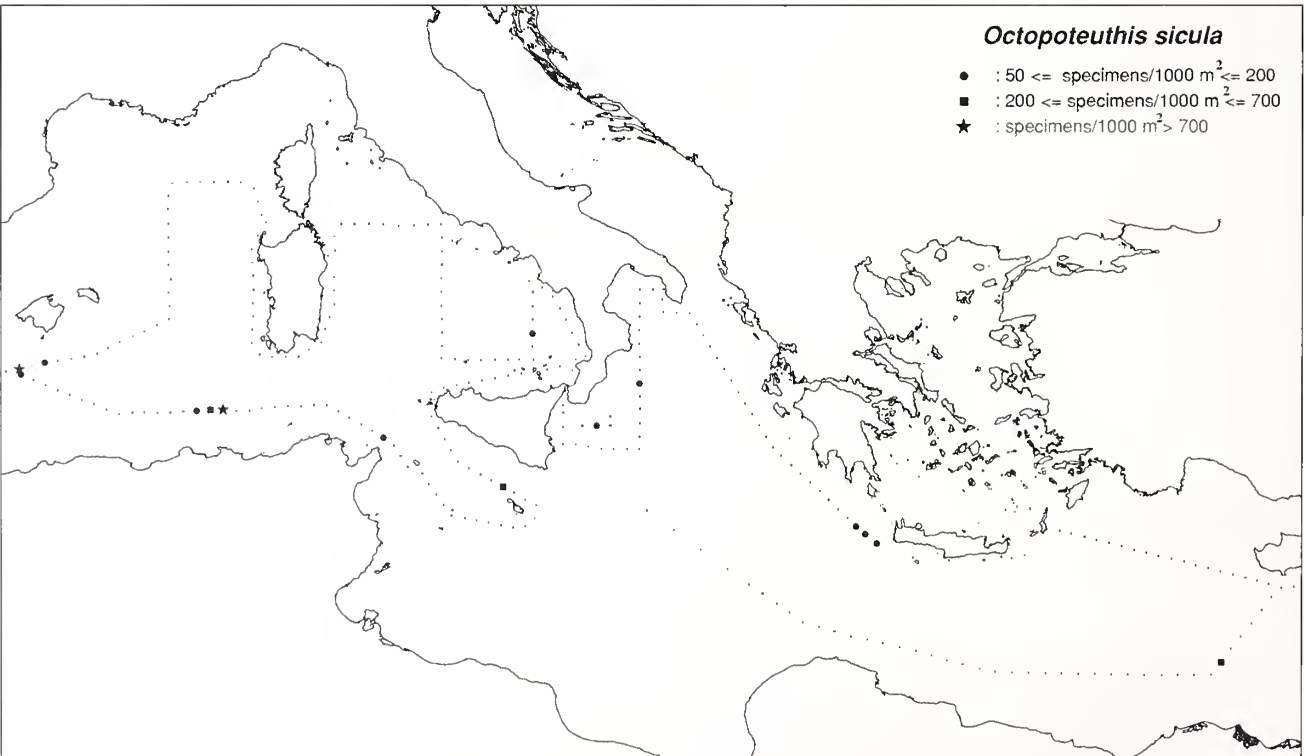


Fig. 8. Distribution and abundance (specimens/1000m²) of *Octopoteuthis sicula*.

Fig. 8. Distribuzione e abbondanza (esemplari/1000m²) di *Octopoteuthis sicula*.

Family Ommastrephidae

The early juvenile stage of this family was named *Rhynchoteuthis* by Chun (Naef, 1923). In the Mediterranean Sea, this family is represented by four species (Bello, 2003): *Ommastrephes bartramii* (Lesueur, 1821), *Illex coindetii* (Vérany, 1839), *Todaropsis eblanae* (Ball, 1841), and *Todarodes sagittatus* (Lamarck, 1798). The *Rhyncoteuthis* is easily recognizable from juvenile cephalopods of other families, but it is very difficult to distinguish between the young stages of the different ommstrephid species before they reach an advanced stage (Naef, 1923). We found 18 specimens in the west side of the basin and 9 in the east, all of them between 1.2 and 4.4 mm ML (**Fig. 9**).

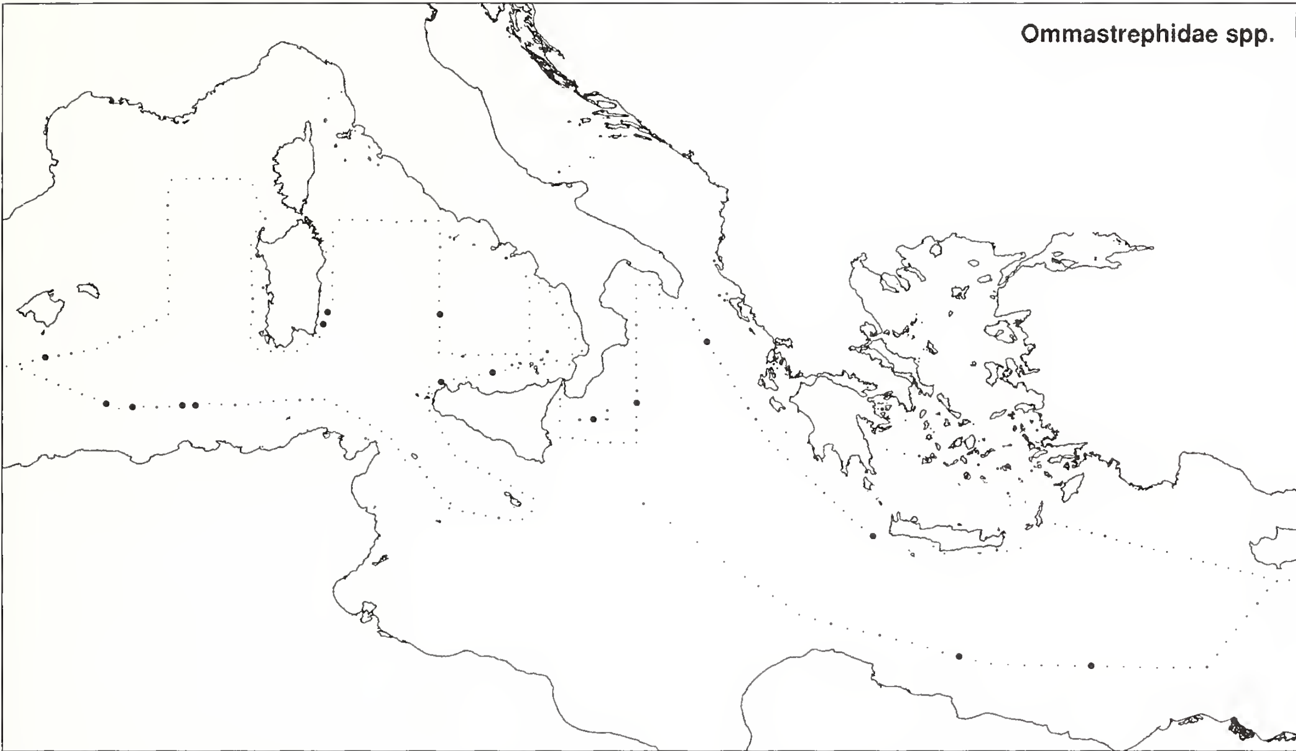


Fig. 9. Distribution of Ommastrephidae spp.

Fig. 9. Distribuzione di Ommastrephidae spp.

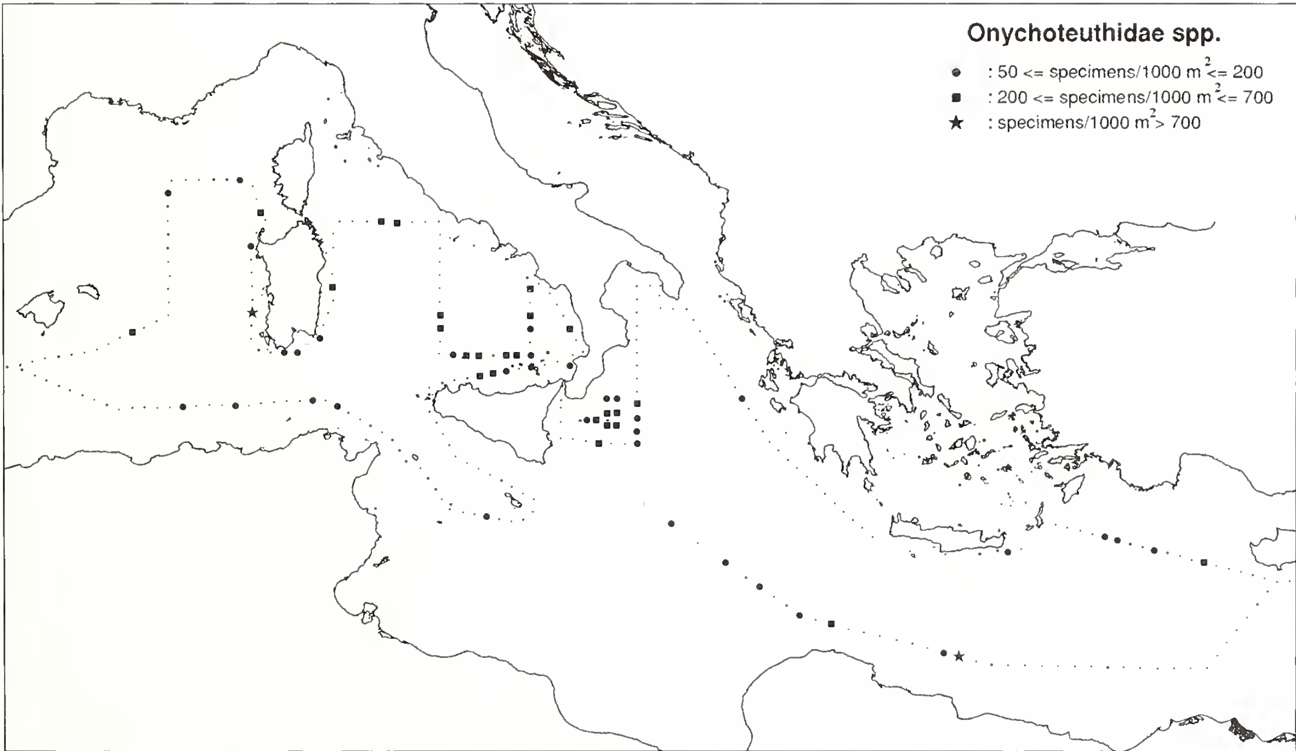


Fig. 10. Distribution and abundance (specimens/1000m²) of Onychoteuthidae spp.

Fig. 10. Distribuzione e abbondanza (esemplari/1000m²) di Onychoteuthidae spp.

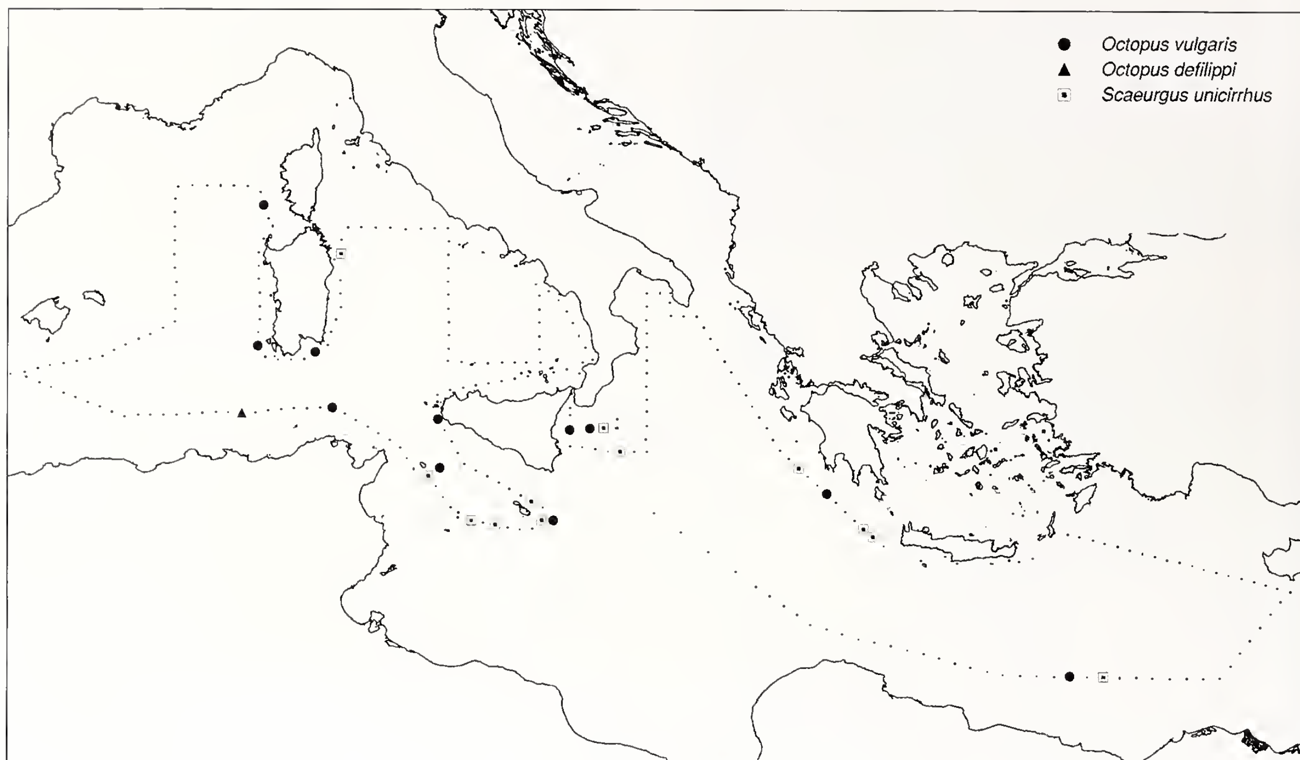


Fig. 11. Distribution of Octopoda.

Fig. 11. Distribuzione di Octopoda.

Family Onychoteuthidae

In the Mediterranean Sea, this family is represented by two species (Mangold & Boletzky, 1987): *Ancistroteuthis lichtensteinii* (Férussac, 1835) and *Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817). All the collected specimens have a size between 1.8 e 6 mm ML, whereas species identification is possible only for specimens larger than 11 mm ML (Sweeney et al., 1992). The specimens belonging to this family make up the largest fraction of juvenile cephalopods collected in the survey. We netted 68 specimens in the west side of the basin and 43 in the east, distributed in 60 stations (**Fig. 10**).

Discussion

According to the results, we can state that juvenile cephalopods are quite common in the epipelagic zone of the Mediterranean where they occur throughout the 24 hours.

They are more abundant in the night hours, in accordance with the nictemeral cycles described for adults and juvenile stages (Young et al., 1985): according to the results of many authors on vertical distribution, young cephalopod ascend at night towards the sea surface (e.g. Lefkaditou et al., 2005).

Oblique tows do not give any information on the vertical distribution of collected specimens; hence a detailed review of catches according to depth is not possible.

The relatively small size of juveniles caught might suggest that the areas of distribution reported coincides with the spawning areas, but the spawning habits of Teuthoids, i.e. the majority of collected specimens, does not allow any highly detailed information.

The richness of juvenile cephalopods is higher in areas that are generally known as strategic for many Mediterranean species: the Ionian Sea between the Sicilian and Calabrian coasts and in the Sicily Channel, according to data that show how cephalopods take advantage of high biological productivity and hydrographic regimes that achieve a fast growth during their short life span (Lefkaditou et al., 1999).

We can state that the species of Onychoteuthidae spawn in the summer in all the Mediterranean basin, particularly in the Ionian Sea, and their juvenile stages follow the adult mode of life and are concentrated in the upper 100 m of depth (Roper, 1974).

The results obtained for *Chtenopteryx sicula* suggest that this species spawns in this part of the year in all the Mediterranean and prefers central-southern waters; moreover, their juvenile stages too follow the adult mode of life and are concentrated in the upper layers (Roper, 1974).

The Enoploteuthidae appear to prefer the central-eastern and south-western areas.

Octopoteuthis sicula and *Brachioteuthis riisei* (**Fig. 12C**) have shown a spot distribution along the sampling grid. The same situation has been observed for the Ommastrephidae, which are absent from the southern areas.

Juvenile stages of *Heteroteuthis dispar* were found in only 4 stations, 1 in the East Mediterranean and 3 in the West Mediterranean. Issel (1925) believes this sepiolid to be a neritic species but recent studies have shown a wide distribution in open waters at high depth (Roper, 1974). The specimens of *Heteroteuthis dispar* were caught only at

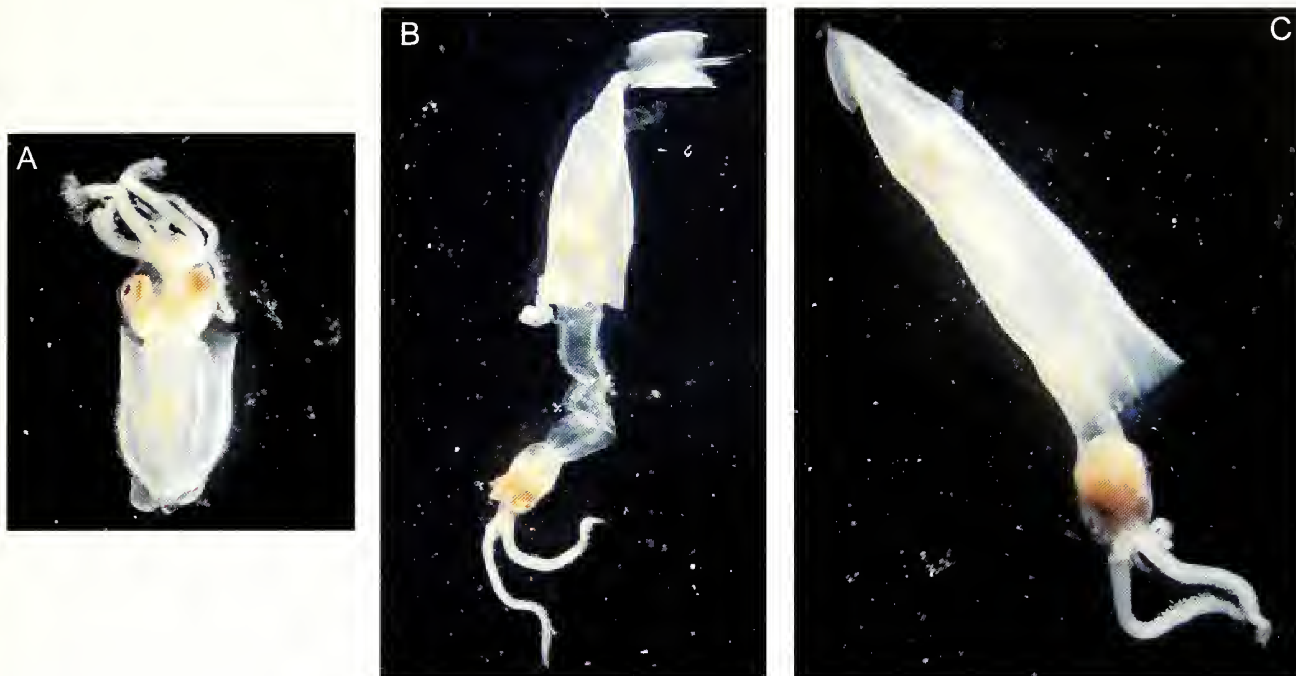


Fig. 12. "Larval" stages. **A**. *Ancistrocheirus lesuerii* (7 mm DML), West Mediterranean, st. no. 221. **B**. *Chiroteuthis veranii* (8 mm DML), West Mediterranean, st. no. 223. **C**. *Brachioteuthis riisei* (15 mm DML), West Mediterranean, st. no. 298.

Fig. 12. Stadi "larvali". **A**. *Ancistrocheirus lesuerii* (7 mm LMD), Mediterraneo occidentale, staz. 221. **B**. *Chiroteuthis veranii* (8 mm LMD), Mediterraneo occidentale, staz. 223. **C**. *Brachioteuthis risei* (15 mm LMD), Mediterraneo occidentale, staz. 298.

night, when they shift up toward the surface (Roper, 1974).

The most rarely caught species, namely *Thysanoteuthis rhombus, Galiteuthis armata, Ancistrocheirus lesueurii,* and *Chiroteuthis veranii*, were collected in a small number of specimens (**Fig. 12**).

We can lastly state that in the epipelagic layer of the Mediterranean Sea juvenile cephalopods are a significant part of the zooplankton. They are represented above all by the Onychoteuthidae and Enoploteuthidae, in accordance with the information reported by Issel (1925). Moreover, we have to point out the abundant presence of juveniles of *Chtenopteryx sicula*.

Acknowledgements

The authors wish to thank Mrs. C. Angeloni and Mrs. G. Manfrin for their help with the translation and revision of the text.

References

AMARATUNGA T., 1983. The role of Cepholopods in the marine ecosystem. In Caddy J.F. (ed.), Advances in assessment of world Cepholopods resources. *FAO Fisheries Technical Report*, **231**: 379-415.

BELLO G., 2003. The biogeography of Mediterranean cephalopods. *Biogeographia*, **24**: 209-226.

BOLETZKY S.v., 1974. The "larvae" of Cepholopoda: a review. *Thalassia Jugoslavica*, **10**: 45-76.

DEGNER E., 1925. Cephalopoda. *Report on the Danish Oceanographic Expedition 1908-10 to the Mediterrenean and adjacent seas*, **9**, Vol. II. Biology, C.1: 1-94.

ISSEL R., 1920a. Primo contributo alla conoscenza dello sviluppo nei Cefalopodi Mediterranei. *Reale Comitato Talassografico Italiano*, **73**.

ISSEL R., 1920b. Distribuzione e significato biologico del pigmento cefalico nelle giovani larve di Cefalopodi egopsidi. *Reale Comitato talassografico italiano*, **76**.

ISSEL R., 1925. Contributo alla conoscenza ecologica delle larve planctoniche di Cefalopodi. *Reale Comitato Talassografico Italiano*, **120**.

LEFKADITOU E., PAPACONSTANTINOU C. & ANASTASOPOULOU K., 1999. Juvenile cephalopods collected in the midwater macroplankton over a trench, in the Aegean Sea (northeastern Mediterranean). *Israel Journal of Zoology*, **45**: 395-405.

LEFKADITOU E., SIAPATIS A. & SOMARAKIS S., 2005. Juvenile planktonic cephalopods sampled off the coasts of central Greece (Eastern Mediterranean) during winter. *Phuket Marine Biology Center Research Bulletin*, **66**: 259-265.

MANGOLD K. & BOLETZKY S.v., 1987. *Céphalopodes.* Fiches FAO d'indentification des espèces pour les besoins de la pêche. (Revision I). Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37. FAO, Rome: 633-714.

NAEF A., 1923. Die Cephalopoden. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **35** (I, 1).

O'DOR R.K., HELM P. & BALCH N., 1985. Can Rhyncoteuthions suspension feed? (Mollusca, Cephalopoda). *Vie et Milieu*, **35**: 267-271.

OKUTANI T., 1987. Juvenile morphology. In Boyle P.R. (ed.), Cephalopod life cycles. Vol. 2. Academic Press, London: 32-44.

ROPER C.F.E., 1974. Vertical and seasonal distribution of pelagic cephalopods in the Mediterranean Sea. Preliminary report. *Bulletin of the American Malacological Union*, May 1974: 27-30.

SALMAN A., KATAĞAN T. & BENLI A.H., 2003. Vertical distribution and abundance of juvenile cephalopods in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, **67**: 167-176.

SANZO L., 1929. Nidamento pelagico, uova e larve di "*Thysanoteuthis rhombus*" Troschel. *Reale Comitato Talassografico Italiano*, **161**.

Stephen S.J., 1985. The distribution of larvae of the genus *Octopoteuthis* Rüppell, 1844 (Cephalopoda, Teuthoidea). *Vie et Milieu*, **35**: 175-179.

Sweeney M.J., Roper C.F.E., Mangold K.M., Clarke M.R. & Boletzky, S.v. (eds.), 1992. "Larval" and Juvenile Cephalopods: A manual for their identification. *Smithsonian Contribution to Zoology*, **513**: 282 pp.

Young R.E., Harman R.F. & Mangold K.M., 1985. The eggs and larvae of *Brachioteuthis* sp. (Cephalopoda, Teuthoidea) from Hawaiian waters. *Vie et Milieu*, **35**: 203-209.

Lavoro ricevuto il 20 luglio 2009
Lavoro accettato il 20 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 81-86 (suppl. 2009)

An updated review of the occurrence of *Bathypolypus sponsalis* (Cephalopoda: Octopodidae) in the Italian seas and notes on its distribution in the Mediterranean

Alessandro Voliani* (✉), Danila Cuccu[#], Fabio Fiorentino°, Daniela Giordano[§] & Alessandro Mannini[◊]

* A.R.P.A.T. - R.I.B.M. Risorse Ittiche e Biodiversità Marina, Via Marradi 114, 57126 Livorno, Italy, a.voliani@arpat.toscana.it (✉) Corresponding Author

[#] Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari, Via Tommaso Fiorelli 1, 09126 Cagliari, Italy

° IAMC-CNR, Via Luigi Vaccara 61, 91026, Mazara (TP), Italy

[§] IAMC-CNR, Spianata S. Raineri 86, 98122 Messina, Italy

[◊] DIP.TE.RIS., Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Università di Genova, Viale Benedetto XV 3, 16132 Genova, Italy

Abstract

The occurrence and bathymetric distribution of *Bathypolypus sponsalis* in the Italian waters was reviewed on the basis of trawl surveys data routinely collected from 1994 to 2004 within the framework of the Italian GRUND and the International MEDITS research programs. All Italian seas were investigated covering a total area of about 290,000 km^2 within the depth interval 10-800 m. Biomass and abundance indices were computed. *Bathypolypus sponsalis* was caught in the Ligurian Sea, in the Sardinian Sea, in the Sardinian Channel and in the Strait of Sicily, in the depth range 265-704 m. The species was never recorded in the Ionian and the Adriatic Sea and only few records are available for the Tyrrhenian Sea (some specimens caught off northwestern Sicily). Present results, along with information from the literature, indicate the core of occurrence for *B. sponsalis* in the Mediterranean to be located in the western basin. This study addresses the absence of this species in the above mentioned areas on the basis of biogeographical and oceanographical information, paying particular interest to the possibility that the intermediate waters circulation plays a significant part in determining the distribution of the species.

Riassunto

Bathypolypus sponsalis è un ottopode bentonico batofilo di piccole dimensioni. La specie non è distribuita in maniera omogenea nel Mediterraneo ed è segnalata soprattutto nel bacino occidentale. Lo scopo del presente lavoro è quello di aggiornare le conoscenze disponibili sulla sua presenza nei mari circostanti l'Italia e di discutere la distribuzione della specie nel Mediterraneo. Le informazioni sono state raccolte nei campionamenti effettuati in tutti i mari italiani tra il 1994 ed il 2004 nell'ambito di due campagne di ricerca di pesca a strascico condotte in autunno (progetto GRUND) e in primavera (progetto MEDITS). La superficie complessivamente investigata, nell'area compresa tra le batimetriche di 10 e 800 metri, è di circa 290.000 km^2. Il disegno di campionamento adottato in entrambi i programmi di ricerca è di tipo casuale stratificato per profondità, con allocazione delle cale proporzionale all'estensione dei singoli strati batimetrici. Il peso e il numero complessivo degli esemplari di *B. sponsalis* catturati in ogni cala sono stati utilizzati per il calcolo degli indici di biomassa (kg/km^2) e di densità (n/km^2), rappresentati tramite GIS. Delle 17.370 cale complessivamente effettuate, *B. sponsalis* è risultato presente in 424, a profondità comprese tra 265 e 704 m, con abbondanze maggiori tra le batimetriche di 400 e 700 m. La specie è stata catturata solo nella parte occidentale e sudoccidentale dei mari italiani. *Bathypolypus sponsalis* è risultato molto abbondante nel Mar Ligure, meno diffuso lungo la costa occidentale sarda e, infine, scarsamente presente nello Stretto di Sicilia. È stato campionato in una sola cala nel Mar Tirreno (nella parte più occidentale della Sicilia settentrionale) e non è risultato presente nei mari prospicienti la parte orientale e sudorientale della penisola italiana, dove esistono ampie aree con profondità alle quali la specie potrebbe potenzialmente vivere. Sulla base dei presenti risultati e di quanto noto in letteratura, è stata quindi avanzata l'ipotesi che il cuore dell'areale di distribuzione di *B. sponsalis* nel Mediterraneo sia nella parte occidentale, mentre si ipotizza che nel Mediterraneo orientale la specie sia presente come relitto di un areale più ampio raggiunto nelle precedenti fasi glaciali verificatesi nel quaternario. L'attuale assenza della specie nel Mar Tirreno può essere spiegata dai maggiori valori di salinità (S > 38,60 psu) e di temperatura (T > 13,70°C) delle acque intermedie levantine (LIW) di questo mare rispetto a quelli dei corrispondenti livelli batimetrici delle altre parti del bacino occidentale del Mediterraneo.

Key words

Bathypolypus sponsalis, trawl surveys, geographical distribution, depth range, Central Mediterranean, biogeography.

Introduction

Bathypolypus sponsalis (P. & H. Fischer, 1892), a small sized bathy-benthic octopod (up to 105 mm mantle length), is the only representative of the sub-family Bathypolypodinae in the Mediterranean Sea (Bello, 1996). The species is also present in the eastern Atlantic Ocean, from the Rockall Trough (northwest of Ireland) to Cape Verde (southwestern Africa) (Nesis, 1987; Collins et al., 2001).

In the Mediterranean Sea the presence of *B. sponsalis* is relatively more abundant at depths between 400 and 700 m (Belcari, 1999), but the species has been recorded at depths of over 1800 m (Villanueva, 1992). A similar bathymetric distribution has been reported for the Atlantic Ocean (Collins et al., 2001).

Mangold and Boletzky (1988) reported a wide distribution of the species throughout the deep waters of the Mediterranean, with the exception of the Adriatic Sea; however, the occurrence of *B. sponsalis* in the Mediterranean basin is not homogeneous (Belcari, 1999). Records of this species refer mainly to the western Mediterranean (Perez-Gandaras & Guerra, 1978), in particular to the Catalan Sea (Wirz, 1955; Morales, 1958), the Alboran Sea, the waters around the Balearic Islands (Quetglas et al., 2001) and those off the Algerian coasts (Wirz, 1954). In the eastern Mediterranean *B. sponsalis* has been recorded in the northern Aegean Sea (D'Onghia et al., 1993, 1995), in the southern Aegean Sea (Lefkaditou et al., 2003) and, more recently, in the south-eastern Ionian Sea (Lefkaditou et al., 2004).

With regard to the Italian waters (central Mediterranean), the occurrence of the species has been reported in the Ligurian Sea (Mannini & Volpi, 1989; Relini et al., 2002; Faldelloni et al., 2005), the Sardinian Sea and Sardinian Channel (Cuccu et al., 2003) and the Strait of Sicily (Jereb & Ragonese, 1990). *Bathypolypus sponsalis* has not been reported among the octopods fauna of both the western Ionian Sea (Tursi & D'Onghia, 1992) or the Adriatic Sea (Bello, 1990). Only a few records exist for the Tyrrhenian southernmost area (Giordano & Carbonara, 1999), while the species has not been recorded in the northern and central parts of this sea. The Mannini and Volpi's records, in fact, refer to an area that was previously classed as the Tyrrhenian Sea but is currently classed as the Ligurian Sea.

Due to their geographical position (central part of the Mediterranean Sea), the Italian waters represent an excellent observatory for studies on the marine fauna distribution and seven out of thirteen of the biogeographycal sectors recognized in the Mediterranean can be identified within the Italian waters (Bianchi, 2007).

The peculiar reproductive biology, with the production of large-sized eggs and the probable lack of a pelagic early juvenile phase (Mangold & Boletzky, 1987), which would cause a reduction in the dispersal capacity of the species (Bello, 2003), makes *B. sponsalis* an interesting candidate for a study of species distribution variations in space and time.

The present study illustrates data collected during the trawl surveys routinely carried out in the Italian seas for stock assessment; although the main aim of the surveys is to monitor abundance and demography of species targeted by fisheries, they also provide standardized data on other demersal species, such as *B. sponsalis*.

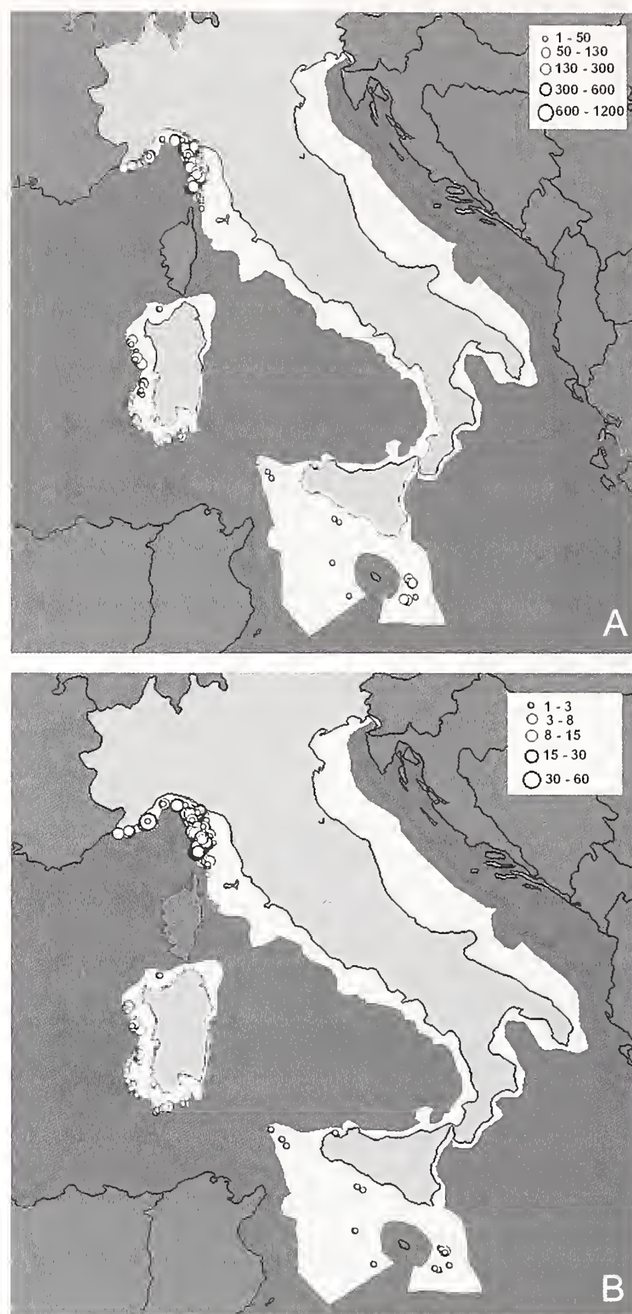


Fig. 1. Maps showing the studied area (light coloured) and the position of tows where *Bathypolypus sponsalis* was caught. **A.** Densities, n/km², observed in each tow; the circle sizes are proportional to the density. **B.** Biomass, kg/km², observed in each tow; the circle sizes are proportional to the biomass.

Fig. 1. Mappe con l'area indagata (parte più chiara) e posizione delle cale dove *Bathypolypus sponsalis* è stato catturato. **A.** Densità, n/km², osservate in ciascuna cala; le dimensioni dei cerchi sono proporzionali alla densità. **B.** Biomassa, kg/km², osservata in ciascuna cala; le dimensioni dei cerchi sono proporzionali alla biomassa.

Material and methods

Information was collected by trawl surveys carried out seasonally (in autumn and spring-summer) from 1994 to 2004 in the framework of two research programmes, GRUND (Relini, 2000) and MEDITS (Bertrand et al., 2002). The adopted sampling design was random within preestablished strata, with an allocation of tows proportional to the surface of the bathymetric strata. Each survey covered all Italian seas in an area of about 290,000 km², exploring the depth range 10 to 800 m.

The total number and weight of the specimen for each tow were used to estimate the biomass (kg/km²) and density (n/km²) indices. Geo-referenced information was represented with the software ArcView (ESRI, 1996); this enabled us to highlight the tows in which the species was found, after defining a quantitative scale for the representation of both indices.

Finally, for the areas where the species was more fre-

quently found, the mean biomass indices by depth intervals of 100 m were also calculated.

Results

Bathypolypus sponsalis was present in 424 tows out of the 17,370 carried out in the investigated area, revealing a distribution as shown in **Fig. 1**.
As can be seen, the most striking feature is the absence of records in the Tyrrhenian Sea (with the exception of a few specimen caught off the northwestern Sicilian coasts). The species is well represented in the Ligurian Sea and it is almost continuously distributed along the western Sardinian coasts and in the Strait of Sicily. The species abundance is also variable: *B. sponsalis* is relatively abundant in the Ligurian Sea, especially in its eastern side, but it is characterised by very low indices of biomass along the western Sardinian coasts and it is notably rather scattered and poorly represented in the Strait of Sicily, with the exception of a small area off the eastern coast of Malta.
The species has been captured within the depth range of 265 to 704 m, although the mean values of biomass and density indices obtained for the Ligurian Sea, the Sea and Channel of Sardinia and the Strait of Sicily, indicated 400 to 700 m as a preferential bathymetric range (see **Tab. 1**). A graphic representation of the biomass indices by depth in the Ligurian Sea is given in **Fig. 2**. Data from other areas are too scarce to be graphically elaborated.

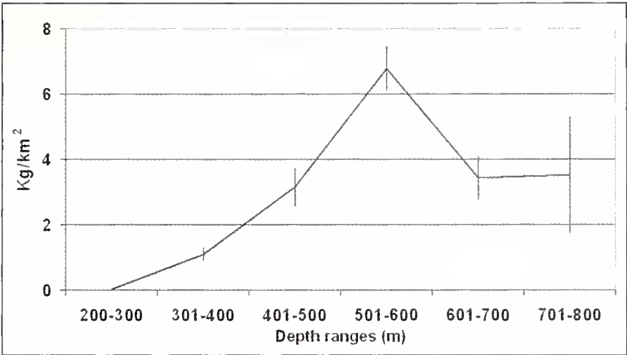


Fig. 2. Mean biomass indices (kg/km²) of *Bathypolypus sponsalis* and associated standard error (vertical bars), by depth range, in the Ligurian Sea.

Fig. 2. Indici medi di biomassa (kg/km²) di *Bathypolypus sponsalis* ed errore standard relativo (barrette verticali), per intervalli di profondità, nel Mar Ligure.

Discussion and conclusions

The results of this study confirm the non-homogeneous distribution of the species in the Italian waters, as was previously shown by a review of the available information compiled by Belcari (1999).
It is worth noting that the presence of *Bathypolypus sponsalis* in other Mediterranean areas that were not investigated within the GRUND and MEDITS scientific cruises, such as, for example, the waters off the west coast of Corsica, cannot be excluded.
It is difficult to find a satisfactory explanation for the absence of *B. sponsalis* from the Tyrrhenian, the Ionian (with the exception of sporadic occurrences in its southeasternmost portion reported in Lefkaditou et al., 2004), and the Adriatic Sea, although there is the possibility that the species is present at depths deeper than those investigated, considering that *B. sponsalis* has been found at depths of over 1,800 m (Villanueva, 1992) in the western Mediterranean.
The Tyrrhenian and Ionian Seas, caused particular surprise, as there are wide areas including the depth interval from 400 to 700 m, that are mostly inhabited by the species (Jereb et al., 1989; Mannini & Volpi, 1989; Belcari, 1999).
As with most of the other representatives of the cephalopod fauna, *B. sponsalis* came to the Mediterranean through a colonization process from the Atlantic, after the Messinian crisis (Mangold & Boleztky, 1988).
It seems reasonable that this deep water species, or the species originating it, spread all over the Mediterranean during the glacial periods (Quaternary glaciation cycle), favoured by the flow of the deep bottom current from the Atlantic to the Mediterranean (Emig & Geistdoerfer, 2004). When the waters became warmer and saltier along the slope of the eastern Mediterranean, they very likely also became "unfavourable" for this species. The species' affinity for relatively fresh and cold deep waters can

Depth (m)	Ligurian Sea			Sea and Channel of Sardinia			Strait of Sicily		
	Occurrence (%)	kg/km²	n/km²	Occurrence (%)	kg/km²	n/km²	Occurrence (%)	kg/km²	n/km²
200-300	1/82 (1%)	0.02	0.41	1/48 (2%)	0.01	0.20	1/82 (1%)	0.03	1.51
301-400	65/204 (32%)	1.10	21.85	4/77 (5%)	0.05	0.84	8/100 (8%)	0.09	3.91
401-500	70/122 (57%)	3.15	67.87	14/97 (14%)	0.23	5.50	4/55 (7%)	0.14	4.93
501-600	142/166 (86%)	6.78	123.31	26/125 (21%)	0.27	5.75	3/106 (3%)	0.05	0.53
601-700	72/101 (71%)	3.44	47.13	4/35 (11%)	0.21	4.15	3/145 (2%)	0.01	0.36
701-800	2/3 (67%)	3.52	62.60	–	–	–	0/10 (0%)	0	0

Tab. 1. Frequency of occurrence, biomass and density indices of *Bathypolypus sponsalis* by depth range.

Tab. 1. Frequenza di rinvenimento, indici di biomassa e densità di *Bathypolypus sponsalis* per intervalli di profondità.



Fig. 3. Circulation of Levantine Intermediate Waters (LIW) in the Mediterranean Sea. The formation areas of dense water and the isobath 500 m are shown (after Millot & Taupier-Letage, 2005).

Fig. 3. Circolazione delle acque intermedie levantine (LIW) nel Mediterraneo. Sono riportate le principali aree di formazione di acque dense e l'isobata dei 500 m (da Millot & Taupier-Letage, 2005).

be assumed considering that four out of the five existing species of the genus *Bathypolypus* live in the Atlantic Ocean, mainly at artic, boreal and temperate latitudes (Cephbase, 2005).

It is well known that the depth range where the species lives in the Mediterranean is characterised by the occurrence of intermediate waters (200-700 m), the Levantine Intermediate Waters (LIW) being the most important component of the layer. The LIW, originating in the northern part of the Levantine Sea, flow, counter-clockwise and along-slope, in most of the Mediterranean, and constitute the bulk of the Mediterranean waters outflowing from Gibraltar to the Atlantic Ocean (**Fig. 3**) (Millot & Taupier-Letage, 2005). LIW have maximum salinity (S > 39.1 psu) and temperature (T = 16-17°C) in the Levantine Sea itself (Roether et al., 1998). Moving to the West, the LIW gradually become fresher and colder, reaching 38.60 < S < 38.68 psu and 13.45 < T < 13.90°C in the Strait of Sicily, before flowing into the western basin (Astraldi et al., 2002).

A review of available literature has clearly shown that *B. sponsalis* is not present in most of the eastern basin (Salman et al., 2002; Goren et al., 2006). Bearing in mind the species' affinity for relatively cold and less salty waters, the occurrence of *B. sponsalis* in the Aegean Sea (D'Onghia et al., 1995; Salman et al., 2002; Lefkaditou et al., 2003) and the south-eastern portion of the Ionian Sea (Lefkaditou et al., 2004), could be considered as a "relict" of a once more widely distributed population in the Eastern Mediterranean, now confined to an area where the hydrological conditions are less unfavourable than in adjacent seas. In the Aegean Sea, the Black Sea Waters (BSW) flow to the west and reach the Mirtoan Sea (southwestern Aegean), where the Mirtoan Intermediate Waters (MIW), colder (14.5 < T < 14.7°C) and less saline (39.02 < S < 39.06 psu) than the LIW, are formed (Theocharis et al., 1999).

Conversely, the situation in the western Mediterranean is quite different, where *B. sponsalis* is well represented with the main exception of the Tyrrhenian sea.

The LIW flow from the eastern towards the western basin through the Strait of Sicily (**Fig. 3**). Subsequently, most of them enter the southern Tyrrhenian Sea and flow, above and along with the Tyrrhenian Deep Waters (TDW), in a cyclonic and along-slope circulation around the whole Tyrrhenian Sea (Millot, 1999). Then, the LIW + TDW cross the Sardinian Channel and enter the Algerian basin where they mix up with the so called "old LIW", i.e. the Intermediate Waters modified by the influence of the Western Mediterranean Intermediate Waters (WIW). The "new" Intermediate Waters, also affected by the large eddies produced by the Algerian current (Millot, 2005), flow along-slope off the western coast of Sardinia and Corsica, eventually entering the Ligurian Sea and continuing towards Gibraltar.

The result of this complex circulation is that the characteristics of the Tyrrhenian Sea waters, within the bathymetric range colonized by the species, are very similar to those of an eastern Mediterranean body of waters, as illustrated by the climatological atlas of the western Mediterranean by Picco (1990). At 400 m depth, which is representative of the intermediate water layer, the annual mean isolines of temperature (13.7°C) and salinity (38.60 psu) clearly separate the salty and warm waters of the Tyrrhenian Sea from those of the other areas of the western Mediterranean. This observation suggests that the absence of the species in the Tyrrhenian slope is likely due to unfavourable hydrological conditions.

A possible confirmation of this hypothesis is given by the very peculiar distribution of *B. sponsalis* at the north-

ern limits of the Tyrrhenian Sea: it is absent south-east of Cape Corse, while being particularly abundant only a few miles north, in the Ligurian basin (Faldelloni et al., 2005).

The role of sea water temperature in explaining the spatial distribution of the neritic marine organisms in the Mediterranean was recently discussed by Bianchi (2007). He stated that the Aegean Sea biota is more similar to that of the western basin than to that of the Levant Sea and that the Tyrrhenian Sea has biogeographic features different from the Balearic-Sardinian area.

Although information on Mediterranean deep water biota is still too scarce (Emig & Geistdoerfer, 2004; Bianchi, 2007) for appropriate consideration, the function of the intermediate waters in affecting the composition of the deep sea fauna of the Mediterranean Sea was previously hypothesized by Ghidalia & Bourgois (1961) and Bombace (1972) to explain the distribution of the deep water shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*. Cau et al. (2002) have confirmed the existence of a longitudinal gradient in the deep water red shrimps occurrence, with *A. foliacea* more abundant in the Tyrrhenian Sea and the eastern Mediterranean, whereas *A. antennatus* prevailing in the western Mediterranean. In our opinion, the observed distribution of the deep water octopus *B. sponsalis* strongly supports the thesis of the determinant role of intermediate waters circulation in the spatial pattern of the deep water biota in the Mediterranean.

References

Astraldi M., Gasparini G.P., Vetrano A. & Vignudelli S., 2002. Hydrographic characteristics and interannual variability of water masses in the central Mediterranean: a sensitivity test for long-term changes in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research I*, **49**: 661-680.

Belcari P., 1999. *Bathypolypus sponsalis*. In Relini G., Bertrand J. & Zamboni A. (eds.), *Sintesi delle conoscenze delle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo Centrale (Italia e Corsica). Biologia Marina Mediterranea*, **6** (suppl. 1): 733-736.

Bello G., 1990. The Cephalopod Fauna of the Adriatic. *Acta Adriatica*, **31**: 275-291.

Bello G., 1996. Biodiversity of the Mediterranean benthic cephalopods. *Biologia Marina Mediterranea*, **3** (1): 88-93.

Bello G., 2003. The biogeography of Mediterranean cephalopods. *Biogeographia*, **24**: 209-226.

Bertrand J., Gil De Sola L., Papaconstantinou C., Relini G. & Souplet A., 2002. The general specifications of the MEDITS survey. In Abelló P., Bertrand J.A., Gil de Sola L., Papaconstantinou C, Relini G. & Souplet A. (eds.), *Mediterranean Marine Demersal Resources: The MEDITS International trawl surveys (1994-99)*: 9-17.

Bianchi C.N., 2007. Biodiversity issues for the shortcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **580**: 7-21.

Bombace G., 1972. Considerazioni sulla distribuzione delle popolazioni di livello batiale con particolare riferimento a quelle bentonectoniche. *Quaderni delLaboratorio di Tecnologia della Pesca Ancona*, **1** (4): 65-82.

Cau A., Carbonell A., Follesa M.C., Mannini A., Norrito G., Orsi Relini L., Politou C.Y., Ragonese S. & Rinelli P., 2002. MEDITS-based information on the deep-water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae). *Scientia Marina*, **66** (suppl. 2): 103-124.

Cephbase, 2005. http://www.cephbase.utmb.edu.

Collins M.A., Yau C., Allock L. & Thurson M.H., 2001. Distribution of deep-water benthic and bentho-pelagic cephalopods from the north-east Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **81**: 105-117.

Cuccu D., Addis P., Damele F. & Manfrin Piccinetti G., 2003. Primo censimento della teutofauna dei mari circostanti la Sardegna. *Biologia Marina Mediterranea*, **10** (2): 795-798.

D'Onghia G., Tursi A., Matarrese A. & Panetta P., 1993. Some aspects of the biology of *Bathypolypus sponsalis* in the North Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea). *Vie et Milieu*, **43**: 161-164.

D'Onghia G., Matarrese A., Tursi A., Maiorano P. & Panetta P., 1995. Osservazioni sulla teutofauna epi e mesobatiale nel Mediterraneo Orientale (Mar Ionio e Mar Egeo). *Biologia Marina Mediterranea*, **2** (2): 199-204.

Emig C.C. & Geistdoerfer P., 2004. The Mediterranean deep-sea fauna: historical evolution, bathymetric variations and geographical changes. *Carnet de Geology / Notebook on Geology*, Manteinon, 2004/1, 10 pp.

ESRI, 1996. *ArcView GIS. The Geographic Information System for Everyone*. Environmental Systems Research Institute Inc., 340 pp.

Faldelloni A., Chelli M. & Voliani A., 2005. *Bathypolypus sponsalis* (Cephalopoda, Octopoda) nel Mar Ligure Meridionale. *Biologia Marina Mediterranea*, **12** (1):509-513.

Giordano D. & Carbonara P., 1999. Nota sulla distribuzione di molluschi Cefalopodi nel Tirreno Centro-meridionale. *Biologia Marina Mediterranea*, **6** (1): 573-575.

Ghidalia W. & Bourgois F., 1961. Influence de la témperature et de l'éclairement sur la distribution des crevettes des moyennes et grandes profondeurs. *Etudes et Revues FAO*, **16**: 1-53.

Goren M., Mienis H.K. & Galil B.S., 2006. Not so poor – more deep-sea records from the Levant Sea, Eastern Mediterranean. *JMBA2 – Biodiversity Records*, **5520**: 1-4.

Jereb P., Baino R., Ragonese S. & Mannini P., 1989. *Bathypolypus sponsalis* (P.& H. Fischer, 1982). *Nova Thalassia*, **10** (suppl. 1): 513.

Jereb P. & Ragonese S., 1990. Sui Cefalopodi di scarso o nullo interesse commerciale nel Canale di Sicilia. *Oebalia*, **12**: 689-692.

Lefkaditou E., Peristeraki P., Bekas P., Tserpes G., Politou C-Y. & Petrakis G., 2003. Cephalopods distribution in the southern Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, **4**: 79-85.

Lefkaditou E., Siapatis A., Chilari A., Christidis G. & Petrakis G., 2004. First record of *Bathypolypus sponsalis* (Cephalopoda: Octopodidae) in the Ionian Sea. *Rapports et procès-verbaux des réunions. Commission internationale pour l'exploration scientificque del la Mer Méditerranée*, **37**: 386.

Mangold K. & Boletzky S.v., 1987. Céphalopodes. In Fischer W., Bauchot M.-L. & Schneider M. (eds.), *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37*. Rome, FAO: 633-714.

Mangold K. & Boletzky S.v., 1988. Mediterranean Cephalopod Fauna. In Clarke M.R. & Trueman E.R. (eds.), *The mollusca*, Academic Press, London and New York, **12**: 315-330.

Mannini P. & Volpi C., 1989. Nota sulla presenza e distribuzione di alcuni Cefalopodi del Tirreno Settentrionale. *Oebalia*, **15**: 693-701.

Millot C., 1999. Circulation in Western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Systems*, **20**: 423-442.

Millot C., 2005. Circulation in the Mediterranean Sea: evidences, debates and unanswered questions. *Scientia Marina*, **69** (suppl. 1): 5-21.

Millot C. & Taupier-Letage I., 2005. Circulation in the Mediterranean Sea. In Seliot A. (ed.), *The Mediterranean Sea*. Springer-Verlag Editor, Heidelberg: 29-66.

Morales E., 1958. Cefalopodos de Cataluña. I. *Investigation Pesquera*, **11**: 3-6.

Nesis K.N., 1987. *Cephalopods of the world*. T.F.H. Publications Inc., Neptune City, NJ, 351 pp.

Perez-Gandaras G. & Guerra A., 1978. Estudio sobre algunas especies del gènero *Bathypolypus sponsalis* (Cephalopoda: Octopoda) halladas en las costas de Galicia. *Investigation Pesquera*, **42**: 189-211.

Picco P., 1990. Climatological atlas of the western Mediterranean. ENEA, 224 pp.

Quetglas A., Gonzales M., Carbonell A. & Sanchez P., 2001. Biology of the deep-sea octopus *Bathypolypus sponsalis* (Cephalopoda: Octopodinae) from the western Mediterranean. *Marine Biology*, **138**: 785-792.

Relini G., 2000. Demersal trawl surveys in Italian Seas: a short review. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 46-75.

Relini G., De Rossi C., Piano T. & Zamboni A., 2002. Osservazioni sui Cefalopodi dei fondi strascicabili liguri. *Biologia Marina Mediterranea*, **9** (1): 792-795.

Roether W., Klein B., Beitzel V. & Manca B.B., 1998. Property distributions and transient-tracer ages in Levantine Intermediate Water in the Eastern Mediterranean. *Journal of Marine Systems*, **18**: 71-87.

Salman A., Katağan T. & Benli H.A., 2002. Cephalopod Fauna of the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Zoology*, **26**: 47-52.

Theocharis A., Balopoulos E., Kioroglou S., Kontoyiannis H. & Iona A., 1999. A synthesis of the circulation and hydrography of the South Aegean Sea and the Straits of the Cretan Arc (March 1994-January 1995). *Progress in Oceanography*, **44**: 469-509.

Tursi A. & D'Onghia G., 1992. Cephalopods of Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Oebalia*, **18**: 25-43.

Villanueva R., 1992. Deep-sea cephalopods of the north-western Mediterranean: indications of up-slope ontogenetic migration in two bathybenthic species. *Journal of Zoology, London*, **227**: 267-276.

Wirz K., 1954. *Bathypolypus sponsalis* (P.& H. Fischer). Céphalopode nouveau pour la Méditerranée. *Vie et Milieu*, **3** (suppl.): 139-154.

Wirz K., 1955. *Bathypolypus sponsalis* (P.& H. Fischer), espèce commune dans la partie ouest de la Méditerranée. *Vie et Milieu*, **4**: 129-147.

Lavoro ricevuto il 08 ottobre 2005
Lavoro accettato il 20 luglio 2009

Boll. Malacol., **45** 87-94 (suppl. 2009)

Reproductive mode in the genus *Sepietta* (Cephalopoda: Sepiolidae)

Adrianne Deickert

Fensengrundweg 13,
69198 Schriesheim,
Germany,
adrianne.deickert@
T-online.de

Abstract

Little is known about the reproductive mode of the sepiolid squids *Sepietta obscura* and *Sepietta neglecta*. An aquarium-kept female of *S. obscura* was observed to spawn five times within 13 days. After death its ovary consisted of oocytes at various stages of maturation, including mature oocytes. The coexistence of oocytes at various stages of maturation was also found in two wild collected females of *S. obscura* and *S. neglecta*. This finding proves that both species are multiple spawners as *Sepietta oweniana*. Although all three species of the genus *Sepietta* share this mode of spawning, there are considerable differences in other respects to reproduction, e.g. egg and adult sizes.

Riassunto

Le informazioni sulle modalità riproduttive dei sepiolidi *Sepietta obscura* e *Sepietta neglecta* sono scarse. Una femmina di *S. obscura* in acquario ha deposto uova cinque volte nel giro di 13 giorni. Alla fine del periodo di riproduzione e dopo la morte spontanea della femmina, nell'ovario erano presenti oociti a diverso stadio di maturazione, inclusi oociti maturi. La coesistenza di oociti a vario stadio di maturazione è stata riscontrata anche in altre due femmine di *S. obscura* e *S. neglecta*. Questi risultati provano che entrambe le specie si riproducono mediante deposizione multipla, come è stato già osservato per *Sepietta oweniana*. Sebbene tutte e tre le specie del genere *Sepietta* condividano una tale modalità riproduttiva, si riscontrano differenze notevoli in altri aspetti riproduttivi, quali la taglia delle uova e degli individui adulti.

Key words

Cephalopoda, Sepiolidae, *Sepietta*, reproductive strategy, fecundity, Mediterranean.

Introduction

Following the influential paper by Boletzky (1987) it has become clear that multiple spawning is a widespread reproductive mode in coleoid cephalopods (see review by Rocha et al., 2001). Multiple spawning may be defined as the co-occurrence of two processes: at least two bouts of egg-laying and the maturation of new oocytes between these bouts (Harman et al., 1989; Maxwell et al., 1998). This mode of reproduction appears to be typical of the Sepiolinae (Gabel-Deickert, 1995), a taxon composed of small size species. Incidentally, the reproductive advantage of multiple spawning is particularly evident in these squids as well as in other small-size cephalopods laying comparatively large eggs (Boletzky, 2002).

The genus *Sepietta*, a member of the Sepiolinae (Sepiolida: Sepiolidae), includes three species, namely *Sepietta oweniana* (d'Orbigny, 1841), *Sepietta neglecta* Naef, 1916 and *Sepietta obscura* Naef, 1916. All of them are distributed in the eastern Atlantic-Mediterranean region (Mangold & Boletzky, 1987). Sepiolinae are considered to have a nectobenthic mode of life (Naef, 1923; Mangold & Boletzky, 1987; Bello & Biagi, 1995).

Sepietta obscura is a littoral species and lives on sandy and muddy bottoms, including *Posidonia oceanica* grass beds. Its reported depth range is 27 to 376 m (Reid & Jereb, 2005), however captures deeper than 150 m are questionable (Bello, pers. comm.); **Tab. 1** reports some collecting data shallower that 27 m. The spawning season in the Mediterranean Sea extends at least from spring to autumn. Its eggs are comparatively large (diameter: 3.7-4.5 mm) (Reid & Jereb, 2005). Note that *Sepietta* sp. in Gabel-Deickert (1995) is indeed *S. obscura*.

Sepietta oweniana is the largest size species in the genus. It occurs within a wide depth range, from 8 to 1,000 m, on soft, muddy bottoms. In the Mediterranean it is most common from 100 to 400 m of depth. In this sea females spawn year around (Reid & Jereb, 2005). This sepioline is a multiple spawner; the mature oocyte size ranges from 2.1 to 2.5 mm (Bello & Deickert, 2003).

The depth range of *S. neglecta* habitat – muddy substrates – is 25 to 475 m. It spawns throughout the year (Reid & Jereb, 2005). The mature oocyte size ranges from 1.4 to 2.8 mm (Lefkatidou & Kaspiris, 1998).

See also **Tab. 1** for a detailed list of papers reporting collecting depth data for the *Sepietta* species.

The abundance of *S. obscura* and *S. neglecta* is low compared to that of *S. oweniana* (e.g. Orsi Relini & Bertuletti, 1989).

Within the genus *Sepietta* it has been shown that *S. oweniana* reproduces by multiple spawning (Bello & Deickert, 2003). Little is known about the reproductive strategy of the other sepioline species, viz. *S. obscura* and *S. neglecta*. The only sources of information are the paper by Boletzky et al. (1971) and the doctoral thesis by Gabel-Deickert (1996).

The aim of this paper is to investigate and compare the

Region	*Sepietta obscura*	*Sepietta oweniana*	*Sepietta neglecta*
	Depth distribution of specimens (m)		
Catalan Sea	2 – 10[a]; 5 – 20[h]	10 – 120[b]; 80 – 700[h]	90 – 120[a]
Northwestern Mediterranean	–	149 – 499[o]	206[o]
Ligurian Sea	0 – 100[j]	50 – 900[j]	30 – 363[j]
Gulf of Naples	3 – 12[i]	80 – 400[i]	–
Northern Tuscany Coast	0 – 50[p]	84 – 584[p]	24[p]
Northern Tyrrhenian Sea	30 – 140[m]	20 – 540[m]	70 – 205[m]
Southern Tyrrhenian Sea	27 – 376[q]	63 – 581[q]	27 – 386[q]
Gulf of Castellammare	75[c]	160 – 610[c]	350[c]
Strait of Sicily	–	51 – 600[g]	86 – 335[g]
Eastern Mediterranean	10[l]	0 – 500[k]	100-500[k]
	Depth distribution of eggs (m)		
Catalan Sea	–	30 – 120[e, f]	–
Atlantic Ocean	–	8[n]; 30 – 130[d]	–

Tab. 1. Ground depth of collection for the three species of *Sepietta* in the Mediterranean Sea (information on egg distribution in the Atlantic from the literature). References: [a] this work; [b] Bello & Deickert, 2003; [c] Bello et al., 1994; [d] Bergström & Summers, 1983; [e] Deickert & Bello, 2005; [f] Gabel-Deickert, 1996; [g] Jereb & Stefano, 1995; [h] Mangold-Wirz, 1963; [i] Naef, 1923; [j] Orsi-Relini & Bertuletti, 1989; [k] Salman et al., 1997; [l] Salman et al., 2002; [m] Sartor & Belcari, 1995; [n] Thorson, 1946; [o] Villanueva, 1995; [p] Volpi et al., 1995; [q] Würtz et al., 1995.

Tab. 1. Batimetria dei fondi dove sono state raccolte le tre specie di *Sepietta* nel Mediterraneo (informazioni sulla distribuzione delle uova in Atlantico dalla letteratura scientifica). Referenze bibliografiche: [a] this work; [b] Bello & Deickert, 2003; [c] Bello et al., 1994; [d] Bergström & Summers, 1983; [e] Deickert & Bello, 2005; [f] Gabel-Deickert, 1996; [g] Jereb & Stefano, 1995; [h] Mangold-Wirz, 1963; [i] Naef, 1923; [j] Orsi-Relini & Bertuletti, 1989; [k] Salman et al., 1997; [l] Salman et al., 2002; [m] Sartor & Belcari, 1995; [n] Thorson, 1946; [o] Villanueva, 1995; [p] Volpi et al., 1995; [q] Würtz et al., 1995.

reproductive mode in respect to the mode of life and the habitat of the three species of *Sepietta*. The study was accomplished through direct observations of the reproductive behaviour of captive females of *S. oweniana* and *S. obscura* and the examination of their ovary condition and those of two wild collected females of *S. obscura* and *S. neglecta*.

Materials and methods

The sampling was carried out on sandy and muddy grounds in the Catalan Sea off Banyuls-sur-Mer (western Mediterranean, 42°29'N 03°08'E). During February to July 1988 and 1989, 28 specimens of *Sepietta obscura* were collected at depths from 2 to 10 m (see also **Fig. 1**). Samples were taken one to three times each week using a small beam trawl (mouth 0.8 m wide, net length 3 m, mesh size 5 mm, cod end with 0.7 mm mesh size). In May 1989 one mature female of *Sepietta neglecta* was caught at a depth of 90 to 120 m with a larger trawl. Species were identified following the descriptions by Naef (1923). The state of maturation was determined according to Mangold (1989).

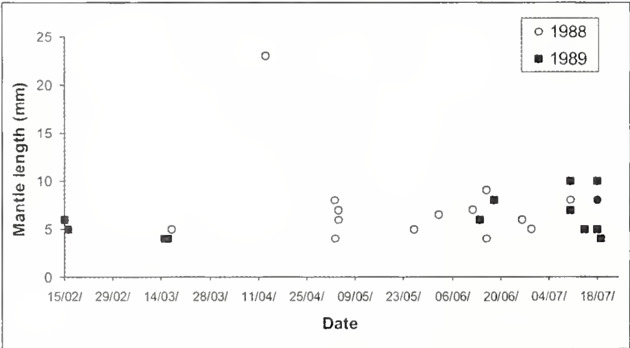


Fig. 1. Sampling dates and mantle length of 28 specimens of *Sepietta obscura*.

Fig. 1. Date di raccolta e lunghezza del mantello di 28 esemplari di *Sepietta obscura*.

Undamaged specimens were sampled in seawater buckets, then transferred to the aquarium soon after capture and kept separately in round 5 litre glass containers (diameter 20 cm). The containers were supplied with running sea water from a depth of about 10 m filtered through a gravel bed. The specimens were fed on live mysids, palaemonid and crangonid shrimps *ad libitum*. Soon after capture the dorsal mantle length (ML) was measured to the nearest 0.5 mm. For the measurement of the mantle length of living specimens the two arms of a tweezers were spread out and held closely to the mantle tip and the mantle margin. Then the distance of the two arms was measured by a ruler. Divergence of the measurement were ±0.5 mm ML in smaller and ±1 mm ML in larger specimens. One of the specimens of *S. obscura* grew to a mature female. When the mantle appeared to enlarge because of oocytes ripening, a male was temporarily transferred for copulation into the container of the mature female. Egg numbers for each clutch, spawning

Water depth (m)	Species	Sex and condition	Number of specimens	Mantle length (mm)
2-10	*Sepietta obscura*	mature female	1	23
	"	immature specimens	27	4-10
	Sepietta oweniana	mature female	1	25
90-120	"	mature females	5	25-34
	"	immature female	1	17
	"	mature males	3	19-30
	Sepietta neglecta	mature female	1	24

Tab. 2. Collecting data for the three species of *Sepietta*.

Tab. 2. Dati di raccolta delle tre specie di *Sepietta*.

duration and total number of eggs until death were recorded daily by routine visits in the morning and in the evening.
After death, the mantle lengths were measured to the nearest 0.1 mm by a dissecting microscope. The specimens were weighed to the nearest 0.1 g after removing the excess of water with paper tissue, the mantle being cut open. In females the ovaries were removed, fixed in Bouin's solution and preserved in 70% ethanol; afterwards they were dissected to count and measure all oocytes larger than 0.1 mm.
The results for *Sepietta oweniana* are reported and discussed in Bello & Deickert (2003).

Results

The sampling data for the three species of the genus *Sepietta* are summarized in **Tab. 2.** In the case of *Sepietta obscura* mainly immature specimens were found, whereas in the other two species mainly mature specimens were collected. **Fig. 2** shows the temperature variations in the aquarium and of sea water at approximately 10 m depth, i.e. where the aquarium water came from. It varied from 9°C in February to 23°C in July.

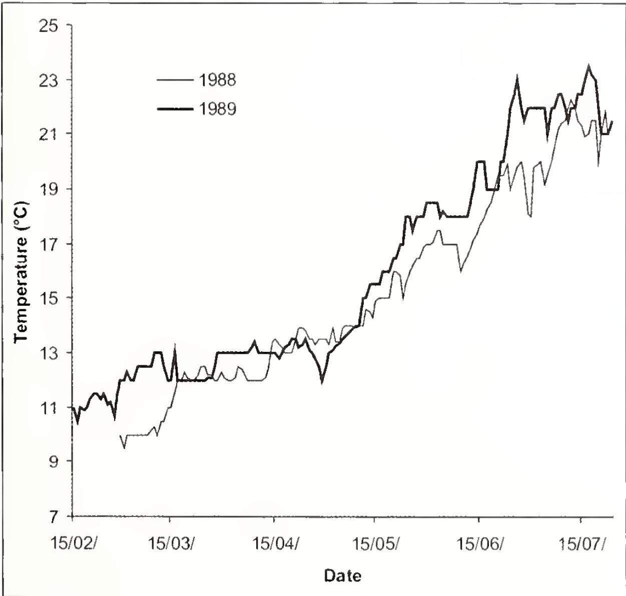


Fig. 2. Temperature variations of the aquarium water (= sea water from 10 m depth).

Fig. 2. Variazioni della temperatura dell'acqua dell'acquario (= acqua del mare a –10 m).



Fig. 3. Female no. 1 (right) and a male of *Sepietta obscura* soon after copulation in the aquarium.

Fig. 3. Femmina n. 1 (a destra) e maschio di *Sepietta obscura* subito dopo la copulazione in acquario.

Sepietta obscura

Fig. 1 gives detailed information on the mantle length at sampling of the 28 specimens of *S. obscura*. Twenty of them died within 5 days after capture. The other eight specimens survived in the aquarium tanks for durations ranging from 23 to 128 days. Five males and one female (no. 1) of these specimens reached maturity. The two smallest specimens were immature females.
The female no. 1 mated with one of the mature males. The copulation lasted only 3 minutes.
Fig. 3 shows both specimens soon after copulation. Ten days later the female started spawning. The observations are summarized in **Tab. 3**. The daily and cumulative distribution of the number of eggs laid by this individual is shown in **Fig. 4**. According to the regression equation of the line fitting the cumulative frequency distribution of eggs laid over time, the average number of eggs laid per day is 9.07 ± 1.51 (= $b \pm s_b$, where b is the regression slope and s_b its standard error). The regres-

Sepietta obscura, female no. 1	
Mantle length	17 mm
Body weight	3.7 g
Survival length in aquarium	81 days
Day of copulation	58th day
First day of spawning	67th day
Spawning duration	13 days
Number of spawning events	5
Batch size range (number of eggs)	10-113
Total number of spawned eggs	233
Average batch size (number of eggs)	46.6

Tab. 3. Spawning duration, batch size and total number of spawned eggs of the aquarium-kept female of *Sepietta obscura*.

Tab. 3. Durata del periodo di deposizione, ampiezza del lotto e numero totale di uova deposte in acquario dalla femmina di *Sepietta obscura*.

sion line intersects the *x*-axis at 12 days before the first spawning event. That is probably the time when the first eggs matured.

The size frequency distribution of the oocytes of female no. 1 and the other female which was already mature at capture (no. 2) is reported in **Fig. 5**. In these two females, oocytes smaller than 0.5 mm made up the bulk of oocytes (**Tab. 4**); their percentages was about 62%. The total number of oocytes plus eggs laid by female no. 1 is here considered to represent the overall oocyte production. Because of its small size at capture it can be excluded that female no. 1 had spawned before capture. However, it is not known whether it would have laid more eggs if it had not been caught.

The present data show that also the sepiolid squid *S. obscura* is a multiple spawner. This is revealed by both the

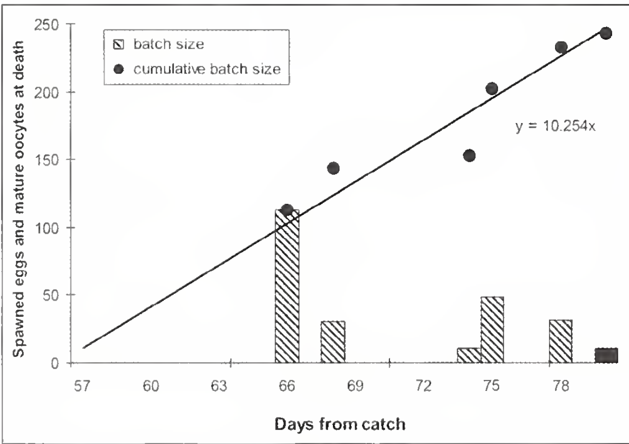


Fig. 4. Daily and cumulative distributions of the number of eggs laid in the aquarium by female no. 1 of *Sepietta obscura*. Line: regression line for cumulative distribution (slope = average number of eggs laid per day). The solid bar at the end of the *x*-axis shows the number of mature oocytes at death.

Fig. 4. Distribuzioni giornaliera e cumulativa del numero di uova deposte in acquario dalla femmina n. 1 di *Sepietta obscura*. Linea: linea di regressione della distribuzione cumulativa (pendenza = numero medio di uova deposte al giorno). La colonna nera alla fine dell'asse delle ascisse indica il numero di ociti maturi dopo la morte.

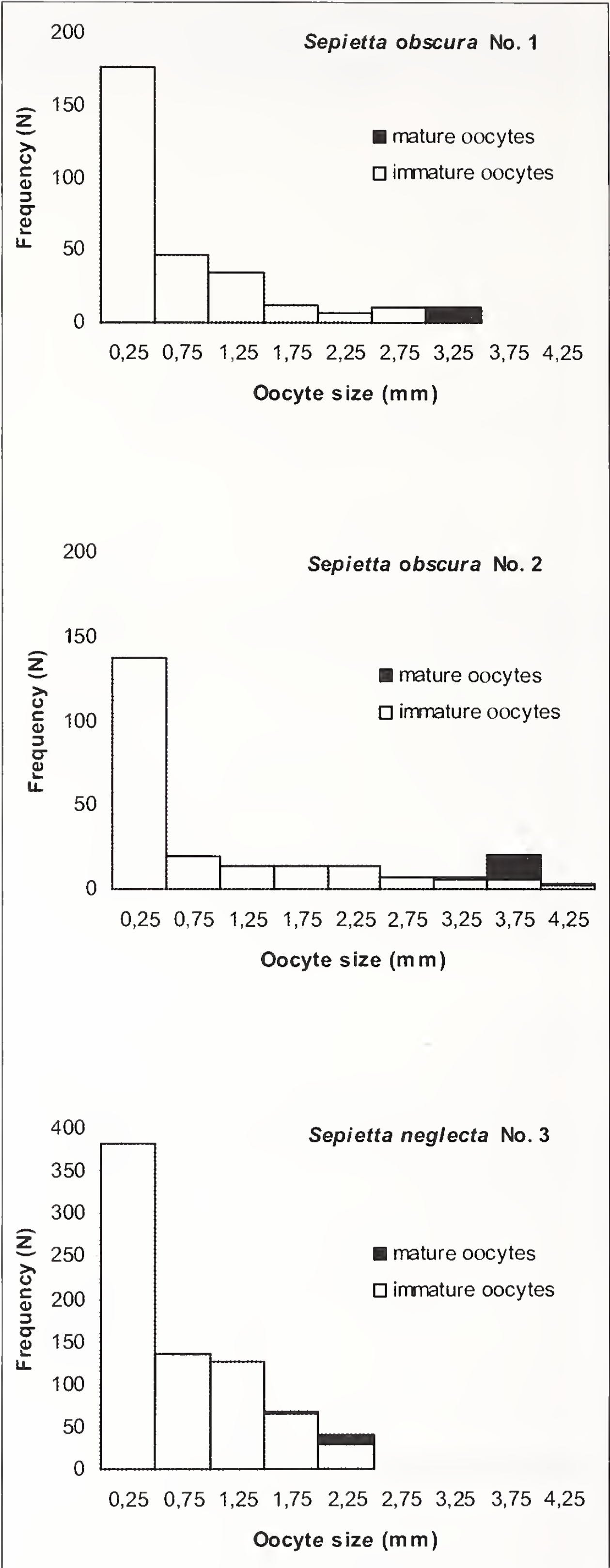


Fig. 5. Size frequency distributions of oocytes of the two females of *Sepietta obscura* and one female of *Sepietta neglecta*. *X*-axis: length of oocytes and mature ovarian eggs (mm); *Y*-axis: oocyte frequency.

Fig. 5. Distribuzione di taglia degli oociti delle due femmine di *Sepietta obscura* e di una femmina di *Sepietta neglecta*. In ascissa: lunghezza degli oociti e delle uova ovariche mature (mm); in ordinata: frequenza degli oociti.

direct observation of multiple spawning of one aquarium-kept female of the species (**Fig. 4**) and the coexistence in the ovary of oocytes at various stages of maturation, including mature oocytes (**Fig. 5**).

Females	Body weight (g)	ML (mm)	Number (and %) of oocytes		Total number of oocytes	Number of mature oocytes (size, mm)	Number of laid down eggs (size, mm)	Overall number of produced oocytes
			small 0.1-0.5 mm	large > 0.5 mm				
S. obscura no. 1	3.7	17	176 (61.5%)	110 (38.5%)	286	10 (3.2)	233 (3.3)	529
S. obscura no. 2	7.2	23	137 (62.3%)	83 (37.7%)	220	17 (3.8)	0	237
S. neglecta no. 3	5.4	24	382 (51.6%)	358 (48.4%)	740	14 (2.0)	0	754

Tab. 4. Number of oocytes and eggs of two mature females of *Sepietta obscura* (no. 1, no. 2) and one mature female of *Sepietta neglecta* (no. 3).

Tab. 4. Numero di oociti e uova di due femmine mature di *Sepietta obscura* (n. 1 e n. 2) e di una femmina matura di *Sepietta neglecta* (n. 3).

Sepietta neglecta

In the female of *S. neglecta* (no. 3), which was found in deeper water (**Tab. 2**), the ovary showed also a wide variety of oocyte sizes (**Fig. 5**). Oocytes smaller than 0.5 mm made up about the half of the total amount of oocytes (52%) (**Tab. 4**).
Sepietta neglecta too is likely to be a multiple spawner. This is supported by the coexistence in the ovary of oocytes at various stages of maturation (**Fig. 5**).

As for the closely related *S. oweniana*, Bello & Deickert (2003) proved that it also reproduces by multiple spawning.

Discussion

Although all three species of the genus *Sepietta* are multiple spawners, there are considerable differences in their reproductive mode and features of their life cycle (**Tab. 5**).
In *Sepietta obscura* the adult body size is smaller and the egg size is larger than in *Sepietta oweniana*. Smaller adult body size and larger eggs suggest a lower individual fecundity for *S. obscura* compared to *S. oweniana*. According to the direct observations in the aquarium, *S. obscura* laid on the average about half the number of eggs per day than *S. oweniana* (**Tab. 5**). Such figures, of course, cannot be highly representative for the species since the behaviour of captive animals may greatly differ from that of wild animals. However, the total number of oocytes which is only about one third in *S. obscura* with respect to *S. oweniana* strongly corroborates the hypothesis that the individual fecundity of *S. obscura* is indeed lower.
It is assumed that the advantages of large eggs and small adult body size in *S. obscura* are the relatively large hatchlings, which have a higher survival rate in their habitat (Boletzky, 2002), and a shorter generation time, which somehow balances the lower individual fecundity. To discuss this hypothesis, results of this paper and literature data on the mode of reproduction and features of the life cycle of the three species of the genus *Sepietta* are summarized in **Tab. 5**.

Sepietta obscura is a littoral species, whereas *S. oweniana* lives mainly in deeper water (**Tab. 1**). The littoral environment is more unpredictable with considerable temperature variations during the year (**Fig. 2**) (for Banyuls-sur-Mer see Bhaud et al., 1967), swell action, and turbidity. The large hatchlings of *S. obscura* adopt the nectobenthic mode of life of the adults after leaving the egg capsule. They cover themselves with sand at daytime and start foraging at dawn (Boletzky & Boletzky, 1970). On the contrary, the smaller hatchlings of *S. oweniana* are planktonic-nectobenthic (Bergström & Summers, 1983). After hatching they search actively for food throughout the day and night, swim freely to catch prey, and spend only short periods of time on the bottom. The behaviour gradually changes up to an age of 10 weeks, when the juveniles adopt the typical nectobenthic mode of life of adult sepiolids. The planktonic-nectobenthic hatchlings risk being preyed upon by both benthic and pelagic predators virtually 24 hours a day, therefore the survival rate is likely to be considerably lower than that of the larger hatchlings of *S. obscura*. An advantage of the planktonic early life stage is the higher chance of dispersal for *S. oweniana*; this species has, in fact, the widest geographical distribution within the genus *Sepietta*.
The generation time is determined by the length of the embryonic development and the growth rate from hatching to maturity. The embryonic development at temperatures from 16°C to 17°C is 45 days long for *S. obscura* and 40 days for *S. oweniana*. The embryonic development is strongly affected by temperature with a faster development at higher temperatures (Boletzky, 1975; Bergström & Summers, 1983). The *Posidonia oceanica* grass beds, which are thought to be the spawning ground of *S. obscura* (Mangold-Wirz, 1963), are situated at the same depth as the nearby sampling area of this species. In these areas temperatures of 22°C are reached in summer (**Fig. 2**) (Bhaud et al., 1967), which probably accelerates the embryonic development to about 1 month, whereas lower temperatures, down to 10°C in winter, slow it down. The spawning season of *S. obscura* extends at least from spring to autumn, whereas the females of *S. oweniana* definitely spawn year around (Reid & Jereb, 2005). A major spawning location for *S. oweniana* in the Catalan Sea is between 90 to 120 m depth (Deickert & Bello, 2005).

Features	*Sepietta obscura*	*Sepietta oweniana*	*Sepietta neglecta*
Size			
Mantle length at first maturity (mm), females	15 – 18[k]	18 – 26[k]; 20 – 30[j]	17 (mature)[c]
Mantle length at first maturity (mm), males	11 – 16[k]	16 – 18[k]; 20 – 25[j]	15 – 17[k]; 12; 13 (mature)[n]
Maximum adult size (mm), females	23[k]	34[k]; 40[j]	24[a]
Maximum adult size (mm), males	21[k]	28[k]; 35[j]	22[k]; 26[m]
Body weight of mature females (g)	3.7 – 7.2[a]	8.9 – 11.7[b]	5.4[a]
Egg size (mm)	3.2 – 3.8[a]; 3.7 – 4.5[l]	2.1 – 2.5[b]; 2.4[i]	2.0[a]; 1.4 – 2.8[h]
Hatchling mantle length (mm)	–	2 – 3[g]; 2.5 ± 0.3[d]	–
Life cycle			
Length of embryonic development at 16-17°C (days)	45[f]	40[d]	–
Mantle growth rate (mm / month)	up to 10 mm ML: 2.5[e] from 10 mm ML on: 5[e]	females: 4.2[d] males: 5.3[d]	–
Reproduction			
Total number of oocytes (range or mean ± s)	220; 286[a]	890 ± 190.6[b]	740[a]
Batch size range [mean] (number of eggs)	10 – 113 [46.6][a]	2 – 176 [53.3][b]	–
Average spawned eggs / day (± s)	9.06 ± 22.51[a]	16.74 ± 1.78 [b]	–
Total number of eggs spawned in the aquarium	233[a]	428[b]	–
Estimated individual fecundity	300[a]	1,000[b]	–

Tab. 5. Comparative table on size, reproduction and life cycle features of the three species of the genus *Sepietta*. References: [a] this work; [b] Bello & Deickert, 2003; [c] Bello et al., 1994; [d] Bergström & Summers, 1983; [e] Boletzky et al., 1971; [f] Boletzky, 1975; [g] Gabel-Deickert, 1996; [h] Lefkatidou & Kaspiris, 1998; [i] Naef, 1928; [j] Mangold-Wirz, 1963; [k] Orsi-Relini & Bertuletti, 1989; [l] Reid & Jereb, 2005; [m] Villanueva, 1995; [n] Volpi et al., 1995.

Tab. 5. Tabella comparativa sulle caratteristiche di taglia, riproduzione e ciclo biologico delle tre specie del genere *Sepietta*. Referenze bibliografiche: [a] this work; [b] Bello & Deickert, 2003; [c] Bello et al., 1994; [d] Bergström & Summers, 1983; [e] Boletzky et al., 1971; [f] Boletzky, 1975; [g] Gabel-Deickert, 1996; [h] Lefkatidou & Kaspiris, 1998; [i] Naef, 1928; [j] Mangold-Wirz, 1963; [k] Orsi-Relini & Bertuletti, 1989; [l] Reid & Jereb, 2005; [m] Villanueva, 1995; [n] Volpi et al., 1995.

At 90 m the temperature increases slowly from 11.5°C in January to 14°C in September (Bhaud et al., 1967). In this temperature range embryonic development takes between 50 to 75 days for *S. oweniana* (Bergström & Summers, 1983). Although the eggs of *S. obscura* are larger, the embryonic development in their habitat is shorter than for *S. oweniana* for most of the year.

The growth rate, which is temperature independent (Boletzky et al., 1971), is lower after hatching in *S. obscura* than in *S. oweniana*. This may be due to the different feeding behaviour of the hatchlings and subsequent stages of these two species. After three months, the growth rate of *S. obscura* changes to match the higher rate of *S. oweniana*. In *S. obscura* the first mature females occur at 15 mm ML; all females are mature at 19 mm ML. Maturity can therefore be reached after 4 to 5 months. *Sepietta oweniana* takes about 4 to 6 months to reach maturity.

Generation time in *S. obscura* can be as short as 5 to 6 months in summer and about 1 or 1.5 months longer in winter. In *S. oweniana* the generation time is about 6 to 8 months with only half a month difference in the winter (Bergström & Summers, 1983). Due to the high temperature in the habitat of *S. obscura*, the generation time of this littoral species is assumed to be seasonally shorter than in *S. oweniana*.

When females reach maturity, i.e. when the first mature ovarian eggs occur, multiple spawning may start. As for *S. obscura*, female no. 1 reached maturity about two week before the first spawning event (see in **Fig. 4** the intersection of the regression line with the *x*-axis), and then kept on spawning over two weeks. When we consider the size range of mature females, which is 19 to 23 mm ML, and take into account their growth rate, we realize that mature females continue to grow for at least a month. The size range of mature *S. oweniana* in the Catalan Sea is given in Mangold-Wirz (1963) as 30 to 40 mm ML, which means that females of this species keep on growing for at least two more months after the onset of maturity and most probably go on spawning during that time. A spawning duration of two months is quite possible for sepiolids, as shown in the smaller species *Sepiola affinis* where in an aquarium-kept female, multiple spawning lasted 2 months (Gabel-Deickert, 1995). The size range of mature females in *S. affinis* is 16 to 22 mm ML (Gabel-Deickert, 1996) and the growth rate is 2.5 mm ML/month (Boletzky et al., 1971), which leads to a growth phase after maturity of more than two months. It seems that the calculated duration of the mature phase of life gives a good reference to the possible spawning period. Spawning duration multiplied by the daily number of eggs pro-

vides an idea of the individual fecundity of *S. obscura*, which may reach about 300 eggs, whereas in *S. oweniana* it may reach about 1,000 eggs. If these figures are compared to the number of oocytes, it seems that they also give a good indication of the individual fecundity, despite the fact the oocytes are continuously produced (Bello & Deickert, 2003).

The third species of the genus *Sepietta*, namely *Sepietta neglecta*, is thought to be the sister species of *S. oweniana* (Bello, 1998). Data for *S. neglecta* are very limited (**Tab. 5**). The depth distribution of this species is intermediate between those of *S. obscura* and *S. oweniana* (**Tab. 1**). The adult body size of *S. neglecta* is close to that of *S. obscura*, whereas its eggs are even smaller than those of *S. oweniana*. The spawning ground of *S. neglecta* is likely to be the same as in *S. oweniana*, since the mature female of *S. neglecta* in this study was found in the same area (**Tab. 2**). The length of the embryonic development is unknown, but it is probably shorter than in *S. oweniana* because of the smaller egg size. The hatchlings of *S. neglecta* are nectobenthic, they cover themselves with sand at daytime and start feeding at dawn (Boletzky & Boletzky, 1970). The growth rate from hatching to maturity is the same as in *S. obscura*, implying that maturity is reached after 4 to 5 months. Therefore generation time should be no longer than 5.5 to 7.5 months. The only reference to the individual fecundity is the number of oocytes, which is similar to that of *S. oweniana*.

Conclusions

Of the three species of the genus *Sepietta*, *S. oweniana* is the most successful in terms of geographical distribution, range of depth distribution, and density in the Mediterranean Sea. The high individual fecundity results in a large amount of planktonic-nectobenthic hatchlings, which enhance the overall dispersal capability. The high growth rate of the planktonic-nectobenthic hatchlings results in a short generation time. The large adult body size and comparatively small eggs ensure a high fecundity.

Sepietta obscura successfully occupies a shallow water habitat, which does not seem to be favourable to *S. oweniana*. The large hatchlings of *S. obscura* adopt the nectobenthic mode of life of the adults since they leave the egg capsule, which enables them to survive in the unpredictable shallow water environment. However, the larger egg size and the smaller body size of *S. obscura* results in a lower fecundity than in *S. oweniana*.

Acknowledgements

I am most grateful to Dr. Giambattista Bello for reviewing this paper and for his continuous support and to two anonymous referees for the critical lecture of the manuscript and the useful suggestions. I also wish to express my sincere appreciation to Dr. Sigurd von Boletzky for his continuous advice on cephalopods over many years, including guidance in my doctoral thesis and for critically reading an earlier draft of the present paper.

References

Bello G., 1998. Cladistic analysis of the Atlanto-Mediterranean sepiolines (Cephalopoda: Sepiolidae) based on morphological characters. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (2ª serie), Sezione Scienze della Vita*, **13**: 81-85.

Bello G. & Biagi V., 1995. How benthic are sepiolids? *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, n° spéc. **16**: 57-61.

Bello G. & Deickert A., 2003. Multiple spawning and batch size in *Sepietta oweniana* (Cephalopoda: Sepiolidae). *Cahiers de Biologie Marine*, **44**: 307-314.

Bello G., Pipitone C. & Arculeo M., 1994. I cefalopodi dei fondi strascicabili del Golfo di Castellammare. *Bollettino Malacologico*, **30**: 173-181.

Bergström B. & Summers W.C., 1983. *Sepietta oweniana*. In P.R. Boyle (ed.), *Cephalopod Life Cycles*. Vol 1. Academic Press, London: 75-91.

Bhaud M., Jacques G. & Razouls C., 1967. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966 (point côtier). *Vie et Milieu*, **18**: 137-151.

Boletzky S.v., 1975. The reproductive cycle of Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda). *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, **39** suppl.: 84-95.

Boletzky S.v., 1987. Fecundity variation in relation to intermittent or chronic spawning in the cuttlefish, *Sepia officinalis* L. (Mollusca, Cephalopoda). *Bulletin of Marine Science*, **40**: 382-387.

Boletzky S.v., 2002. How small is "very small" in coleoid cephalopods? *Berliner Paläobiologische Abhandlungen*, **1**: 14-15.

Boletzky S.v. & Boletzky M.v., 1970. Das Eingraben in den Sand bei *Sepiola* und *Sepietta* (Mollusca, Cephalopoda). *Revue Suisse de Zoologie*, **77**: 536-548.

Boletzky S.v., Boletzky M.v., Frösch D.& Gätzi V., 1971. Laboratory rearing of Sepiolinae (Mollusca: Cephalopoda). *Marine Biology*, **8**: 82-87.

Deickert A. & Bello G., 2005. Egg masses of *Sepietta oweniana* (Cephalopoda: Sepiolidae) collected in the Catalan Sea. *Scientia Marina*, **69**: 205-209.

Gabel-Deickert A., 1995. Reproductive patterns in *Sepiola affinis* and other Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda). *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, no. spéc. **16**: 73-83.

Gabel-Deickert A., 1996. *Fortpflanzung und Oocytenreifung von* Sepiola affinis *und anderen Sepiolidae (Mollusca: Cephalopoda)*. Doctoral Thesis. Freie Universität, Berlin, 203 pp.

Harman R.F., Young R.E., Reid S.B., Mangold K.M., Suzuki T. & Hixon R.F., 1989. Evidence for multiple spawning in the tropical oceanic squid *Stenoteuthis oualaniensis* (Teuthoidea: Ommastrephidae). *Marine Biology*, **101**: 513-519.

Jereb P. & Di Stefano M., 1995. First observation on the Sepiolidae (Mollusca: Cephalopoda) of the Strait of Sicily. *Biologia Marina Mediterranea*, **2** (2): 205-209.

Lefkatidou E. & P. Kaspiris, 1998. Distribution and reproductive biology of *Sepietta neglecta* (Naef, 1926) (Cephalopoda: Sepiolidae) in the North Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *The Veliger*, **41**: 239-242.

Mangold K., 1989. Reproduction, croissance et durée de vie. In Mangold K. (ed.), Céphalopodes. *Traité de Zoologie* (Grassé P.-P. ed.), Masson, Paris: 493-552.

Mangold K. & Boletzky S.v., 1987. Céphalopodes. In Fischer W., Bauchot M.-L. & Schneider M. (eds.), Fiches FAO d'iden-

tification pour les besoins de la pêche 37. FAO, Rome: 633-714.

Mangold-Wirz K., 1963. Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Millieu*, suppl. **13**: 1-285.

Maxwell M.R., Macy W.K., Odate S. & Hanlon R.T., 1998. Evidence for multiple spawning by squids (*Loligo pealei*) in captivity. *Biological Bulletin*, **195**: 225-226.

Naef A., 1923. Die Cephalopoden (Systematik). *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **35** (1,1): 1-863.

Naef A., 1928. Die Cephalopoden (Embryologie). *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **35** (2): 1-357.

Orsi-Relini L. & Bertuletti M., 1989. Sepiolinae (Mollusca, Cephalopoda) from the Ligurian Sea. *Vie et Millieu*, **39**: 183-190.

Reid A. & Jereb p., 2005. Family Sepiolidae. In Jereb P. & Roper C.F.E. (eds.), Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Vol. 1. Chambered nautiluses and sepiolida (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*, **4** (1): 153-203.

Rocha F., Guerra A. & Gonzalez A.F., 2001. A review of reproductive strategies in cephalopods. *Biological Reviews*, **76**: 291-304.

Salman A., Katağan T. & Benli H.A., 1997. Bottom trawl teuthofauna of the Aegean Sea. *Archive of Fishery and Marine Research*, **45**: 183-196.

Salman A., Katağan T. & Benli H.A. 2002. Cephalopod fauna of the eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Zoology*, **26**: 47-52.

Sartor P. & Belcari P., 1995. Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda) of the Northern Tyrrhenian Sea. *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, n° spéc. **16**: 15-17.

Thorson G., 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates, with special references to the planktonic larvae in the Sound (Sresund). *Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri. Serie: Plankton*, **4**: 1-523.

Villanueva R., 1995. Distribution and abundance of bathyal sepiolids (Mollusca, Cephalopoda) in the northwestern Mediterranean. *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, n° spéc. **16**: 19-26.

Volpi C., Borri M. & Zucchi A., 1995. Notes on the family Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda) off the Northern Tuscany coast. *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, n° spéc. **16**: 27-34.

Würtz M., Matricardi G. & Repetto N., 1995. Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda) from the lower Tyrrhenian Sea, Central Mediterranean. *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco*, n° spéc. **16**: 35-39.

Lavoro ricevuto il 24 settembre 2005
Lavoro accettato il 23 giugno 2009

A habitat-dependence in reproductive strategies of cephalopods and pelagophile fish in the Mediterranean Sea

Vladimir Laptikhovsky* (✉), João Pereira#, Alp Salman°, Alexander Arkhipov§ & Ana Costa#

* Falkland Islands Government, Fisheries Department FIPASS, Stanley, FIQQ 1ZZ, Falkland Islands, vlaptikhovsky@fisheries.gov.fk
(✉) Corresponding Author

INIAP/IPIMAR, Av. Brasilia, s/n, 1400-038 Lisboa, Portugal, jpereira@ipimar.pt and amcosta@ipimar.pt

° Ege University, Faculty of Fisheries Department of Hydrobiology, 35100 Bornova Izmir, Turkey, alp.salman@ege.edu.tr

§ Atlantic research institute of fisheries and Oceanography, 5, Dm.Donskoy st., 236000, Kaliningrad, Russia, aarkhipov@atlant.baltnet.ru

Abstract

An analysis of literature and original data on egg size in cephalopod molluscs and pelagophile fish between the East and West Mediterranean, and an adjacent upwelling region of the Eastern Atlantic, revealed some habitat-dependent trends. Cephalopod reproductive features were generally similar between the Atlantic and the West Mediterranean. In the species-poor and low productive East Mediterranean, relatively small-egged cephalopods evolved larger eggs, whereas some relatively large-egged species could slightly change their strategy in any direction. No trends were found in species with extremely small pelagic eggs (clupeids, horse mackerels, chub mackerel, and the squid *Abralia veranyi*). Presumably, an increase of the egg size in the Eastern Mediterranean was caused by a decrease in larval mortality with a simplification of food webs and decrease in predator diversity in respect to the Western Mediterranean. Also, a larger egg contains more nutrients that probably is important for survival of early stages in low productive waters of the Eastern Mediterranean.

Riassunto

Il Mare Mediterraneo si è formato in tempi relativamente recenti ed è stato popolato da organismi immigrati dalle adiacenti acque dell'Atlantico orientale. Questo processo è tuttora in atto e la fauna del Mediterraneo orientale è molto più povera rispetto alla parte occidentale del bacino. Inoltre, la produttività delle acque mediterranee decresce in direzione est. Scopo di questo lavoro è di evidenziare il probabile adeguamento all'habitat delle strategie riproduttive delle popolazioni delle due zone estreme del Mediterraneo in relazione ai processi di colonizzazione delle stesse. A tal fine sono stati analizzati la letteratura scientifica e dati originali sulla taglia delle uova di diversi cefalopodi e di alcuni pesci teleostei pelagofili provenienti dal Mediterraneo orientale ed occidentale, nonché da una adiacente zona di upwelling dell'Atlantico orientale. I cefalopodi atlantici e quelli del Mediterraneo occidentale sembrano avere modalità riproduttive simili. Nel Mediterraneo orientale, con ridotta biodiversità, cefalopodi a uova relativamente piccole hanno evoluto uova più grandi, mentre alcune specie a uova relativamente grandi hanno ritoccato variamente la loro strategia riproduttiva; infine non è stata riscontrata alcuna tendenza nelle specie ad uova estremamente piccole (clupeidi, *Trachurus* spp., *Scomber* spp. e il teutide *Abralia veranyi*). È possibile presumere che l'aumento della taglia delle uova nel Mediterraneo orientale sia stato causato da una diminuzione della mortalità larvale, in relazione a reti alimentari semplificate ed alla minore diversità dei predatori, rispetto al Mediterraneo occidentale. Inoltre, uova più grandi contengono più vitello, condizione che può essere importante per la sopravvivenza dei primi stadi vitali in acque a bassa produttività. Queste considerazioni rappresentano un'ipotesi di lavoro tendente ad indirizzare le prossime ricerche sulle strategie riproduttive di cefalopodi e pesci nel bacino mediterraneo e da integrare con dati su fecondità, stagionalità della riproduzione e dimensione degli individui adulti.

Key words

Cephalopoda, fish, Mediterranean, reproductive strategy, egg size.

Introduction

The Mediterranean Sea is the youngest of the large water bodies with normal oceanic salinity that harbours all habitats from intertidal to bathyal. At the end of the Miocene, the sea almost completely dried up with remaining parts turning into a brackish sea-lake. About 5.5-4.7 MYA, with the opening of the Strait of Gibraltar it acquired most of the modern features (Nesis, 2000). In spite of the climatic changes during the Pleistocene, the Mediterranean Sea kept marine environment conditions, due to a permanent connection with the Atlantic Ocean (Svitoch et al., 1999). Therefore, the Mediterranean cephalopod and fish fauna is relatively new in respect to the parental sub-tropical eastern Atlantic species complex. Because of the absence of connections with the Indian Ocean until relatively recently, the Mediterranean cephalopod fauna is very similar to that of the Atlantic region between Mauritania and south-west France, with only a few endemic species (Bello, 2003). The Mediterranean Sea thus constitutes an ideal natural laboratory in which to examine the evolutionary process that may take place following large-scale geomorphological events.

Cephalopod species and genera that possibly evolved in the Atlantic during different time periods, were given a new habitat more or less simultaneously and allowed to re-settle in a new environment with different equilibrium states.

Despite the Mediterranean complex pattern of water circulation caused by the presence of barriers (peninsulas, islands, underwater sills) that subdivide the basin into several smaller seas (Alboran, Catalan, Ligurian, Tyrrhe-

nian, Ionian, Aegean, Adriatic, Levantine) and gulfs and cause the occurrence of numerous gyres, the Mediterranean general water circulation is governed by its anti-estuarine condition. Surface water enters the Mediterranean from the Atlantic through the Gibraltar Straits and runs eastward, meanwhile a middle water countercurrent flows from the Mediterranean to the Atlantic. The surface water salinity increases gradually from slightly more than 36‰ at the entry from the Atlantic, to 38.0-38.8‰ in the southern Adriatic and around Sicily, and eventually reaching 39.0 ‰ and more in the Levantine Sea (Painter & Tsimplis, 2003; Millot, 2005). Also its temperature increases so that in the Levantine Sea the highest mean temperatures are recorded. Water productivity decreases in the same direction (Turley, 1999).
This is very different from the rather uniform eastern subtropical Atlantic with its seasonal or permanent upwelling cells along the shores from Morocco to Portugal with the cold Canary Current following the continental slope.
The aim of this paper is to investigate, whether because of the very different environmental conditions of the Mediterranean Sea and the East Atlantic (between 25°N and 40°N), the cephalopod and fish populations evolved any regional-dependent patterns in reproductive strategies. Small-egged species show more promise for such a study, as their early stages are more vulnerable, and therefore more directly impacted by environmental variability. Both fishes and cephalopods generally occupy the same set of ecological niches in oceanic habitats despite the different basic anatomical plans (Packard, 1972) that makes their reproductive strategies similar in many aspects (Laptikhovsky et al., 2007).

Materials and methods

Egg size measured along the major axis was used as a main feature of reproductive strategy as it is inversely related to fecundity (therefore, to early juvenile mortality) and easy to obtain from literature sources. Fecundity data were not so easy to compare, as they were collected using different methods, and because they very much depended on the length of the specimens of cephalopods and fishes investigated. Both literature and unpublished data (Aegean Sea – A.S., Portuguese waters – J.P. and A.C.) on dimensions of formalin-preserved ripe ovulated unfertilized eggs were used for 27 cephalopod species (**Tab. 1**), and literature data on dimensions of just spawned eggs for 11 pelagophile fishes (**Tab. 2**). Data on fishes with bottom eggs were not used because other factors (such as parental care) can impact on the reproductive investment, i.e. on egg size.

Results

Data on cephalopod egg dimensions are presented in **Tab. 1**, on fish egg size in **Tab. 2**.
In the common cuttlefish *Sepia officinalis*, egg size is similar in the Atlantic and the West Mediterranean. Further to the east, variability increases in the central part of the Mediterranean Sea (Tunisia), and eggs are smaller in the Aegean Sea. In *Sepia elegans* the egg size is apparently larger in the West Mediterranean than in the East Atlantic. Data on sepiolid squids from the different parts of the Mediterranean Sea are harder to interpret. It is likely that in general they produce eggs of similar size. Atlantic populations of the sepiolids *Sepietta oweniana*, *Neorossia caroli*, and *Rondeletiola minor* have larger eggs than the East Mediterranean populations. In contrast to this, *Sepiola robusta* and *Rossia macrosoma* have larger eggs in the Aegean Sea than in the western Atlantic.
The inshore myopsid squid *Alloteuthis media* has a larger egg size in the eastern Mediterranean than in the western part of the sea. In *Loligo vulgaris* this feature is similar between the Atlantic and the western Mediterranean, but increases in the Adriatic and Aegean seas. In *Loligo forbesi* egg size is larger in the western Mediterranean than in Atlantic populations, even in colder waters.
In the oceanic oegopsid squid family Ommastrephidae (*Illex coindetii*, *Todarodes sagittatus*, and *Todaropsis eblanae*) and in the enoploteuthid squid *Abralia veranyi* egg size is very similar between Atlantic and Mediterranean populations, except for the case of an isolated, non-migrating population (or a separate species within *T. sagittatus* species complex) of *T. sagittatus* inhabiting waters around Cap Blanc, in which the biology is very different from that of the remaining species (Nigmatullin et al., 2002; Bello, 2003). Smaller eggs in NW African *A. veranyi* in comparison to Portuguese and Aegean squids could be explained by the smaller size of sampled animals.
All epipelagic octopods (superfamily Argonautoidea) have larger eggs in the Eastern Mediterranean than in the western part of the sea. Egg size in the common octopus, *Octopus vulgaris*, is generally similar between Atlantic and Mediterranean, though eggs are possibly slightly larger in the East Atlantic. Eggs of *Eledone cirrhosa* are larger in Mediterranean Sea than in the East Atlantic
Trends in egg size changes in abundant teleost fishes are not as evident. In the East Atlantic populations of clupeoid fish *Sardina pilchardus*, *Sardinella aurita* and *Engraulis encrasicholus*, the carangid *Trachurus mediterraneus*, and chub mackerel *Scomber* spp. egg size decreases from the East Atlantic to the East Mediterranean (**Tab. 2**). In the European horse mackerel, *Trachurus trachurus*, the opposite was found although egg sizes are generally similar between studied regions.

Discussion

Differences in productivity, species diversity and oceanographic characteristics may have triggered uniformly directed changes in reproductive strategies in faunas inhabiting the "sister" environments. When the connections between the tropical Atlantic and Pacific oceans were disrupted by the emergence of the Central American isthmus (3.1 to 3.5 MYA), they separated previously continuous marine populations. Comparison between egg sizes in related species evolving in separate environ-

Species	MS	Region	EA	Region	Source
Sepiidae					
Sepia officinalis Linnaeus, 1758	7.0-9.0 6.0-9.0 6.4-7.5 6.0-10.0	Catalan Sea Mediterranean Aegean Sea Tunisia	8.3-9.0	Portugal	Mangold-Wirz (1963) Boletzky (1983a) Laptikhovsky et al. (2003) Najai (1983) Authors' own data Mangold-Wirz (1963)
Sepia elegans de Blainville, 1827	3.7-4.2	Catalan Sea	3.6-3.7	Portugal	Mangold-Wirz (1963) Authors' own data
Sepia orbignyana Férussac, 1826	7.0-9.0	Catalan Sea			Mangold-Wirz (1963)
Sepiolidae					
Sepietta oweniana (d'Orbigny, 1839)	2.5 2.26-2.34 2.3	Catalan Aegean Sea Catalan Sea, Adriatic Sea	2.4-3.5	Portugal	Mangold-Wirz (1963) Salman (1998) Bello & Deickert (2003) Authors' own data
Sepietta neglecta Naef, 1916	1.4-2.8	Aegean Sea			Lefkaditou & Kaspiris (1998)
Sepietta obscura Naef, 1916			1.7-1.9	Portugal	Authors' own data
Sepiola robusta Naef, 1912	2.8 2.7-5.8 2.2-2.4	Catalan Sea Aegean Sea West Mediterranean			Mangold-Wirz (1963) Salman & Önsoy (2004) Boletzky (1983b)
Sepiola intermedia Naef, 1912	2.2-2.9	Aegean Sea	2.3-3.0	Portugal	Salman & Önsoy (2004) Authors' own data
Sepiola affinis Naef, 1912	3.0	Catalan Sea			Mangold-Wirz (1963)
Sepiola steenstrupiana Lévy, 1912	2.8-4.8	Aegean Sea			Salman & Önsoy (2004)
Sepiola rondeletii Steenstrup, 1856	3.0	Catalan Sea			Mangold-Wirz (1963)
Rondeletiola minor (Naef, 1912)	1.4 1.5	Aegean Sea Tyrrhenian Sea	1.6-1.8	Portugal	Salman & Katağan (1996) Naef, (1928) Authors' own data
Rossia macrosoma (delle Chiaje, 1829)	7.0-8.0 3.3-11.0*	Catalan Sea Aegean Sea	5.0-6.4	Portugal	Mangold-Wirz (1963) Authors' own data Authors' own data
Neorossia caroli (Joubin, 1902)	5.0-6.6	Aegean Sea	mean 9.9	E Atlantic, W Mediterranean	Authors' own data Reid (1991)

Species	MS	Region	EA	Region	Source
Loliginidae					
Alloteuthis subulata (Lamarck, 1798)			1.7-1.9	Portugal	Authors' own data
Alloteuthis media (Linnaeus, 1758)	1.4-1.6 1.5-2.3	Catalan Sea Aegean Sea			Mangold-Wirz (1963) Laptikhovsky et al. (2002)
Loligo vulgaris Lamarck, 1798	1.9-2.1 mean 2.84 2.4-2.8	Catalan Sea Adriatic Sea Aegean Sea**	1.6-2.7 2.0-2.2 1.8-2.7	Portugal Morocco Portugal	Mangold-Wirz (1963) Sifner & Vrgoč (2004) Sen (2004) Coelho et al. (1994) Laptikhovsky (2000) Authors' own data
Loligo forbesi Steenstrup, 1856	3.0-3.4	West Mediterranean	2.6-3.2 2.8-3.3	NE Atlantic Gulf of Biscay	Boletzky (1987) Collins et al. (1995) Guerra & Rocha (1994)
Ommastrephidae					
Illex coindetii (Vérany, 1837)	1.0-1.2 1.0	Catalan Sea West Mediterranean	0.9-1.0 0.8-1.2	Morocco Galicia	Mangold-Wirz (1963) Boletzky et al. (1973) Laptikhovsky & Nigmatullin (1993) Gonzalez & Guerra (1996)
Todaropsis eblanae (Ball, 1841)	1.2	Catalan Sea	1.1-1.2 1.2	Portugal Morocco	Mangold-Wirz (1963) Authors' own data Laptikhovsky & Nigmatullin (1999)
Todarodes sagittatus (Lamarck, 1799)	2.2-2.4	Catalan Sea	0.9-1.0 1.9-2.4	NW Africa NE Atlantic	Mangold-Wirz (1963) Laptikhovsky & Nigmatullin (1999) Wiborg & Gjøsæter (1981)
Enoploteuthidae					
Abralia verany (Rüppell, 1844)	0.95-1.05	Aegean Sea	1.1 0.8-0.9	Portugal NW Africa	Salman & Laptikhovsky (2005) Authors' own data Laptikhovsky, 1999
Octopodidae					
Octopus vulgaris Cuvier, 1797	2.2-2.6 2.2-2.7	Catalan Mediterranean	2.5-2.75	Portugal	Mangold-Wirz (1963) Mangold (1983) Authors' own data

Species	MS	Region	EA	Region	Source
Loliginidae					
Eledone cirrhosa (Lamarck, 1798)	7.0-7.5 7.0	Catalan Sea Tyrrhenian Sea	5.0-7.3	Portugal	Mangold-Wirz (1963) Mangold et al. (1971) Authors' own data
Argonautidae					
Argonauta argo Linnaeus, 1758	1.0-1.2 0.6-0.8	Aegean Sea Tyrrhenian Sea			Laptikhovsky & Salman (2003) Naef (1923)
Tremoctopodidae					
Tremoctopus violaceus delle Chiaje, 1830	1.6-2.2 1.5 1.4	Aegean Sea Tyrrhenian Sea Adriatic Sea	1.3	Atlantic	Laptikhovsky & Salman (2003) Naef (1928) Bello (1993) Sacarrao (1958) (after Bello, 1993)
Ocythoidae					
Ocythoe tuberculata Rafinesque, 1814	2.3-2.5 2.0	Aegean Sea Tyrrhenian Sea			Laptikhovsky & Salman (2003) Naef (1928)

Tab. 1. Cephalopod egg size (mm) in the Mediterranean Sea (MS) and in adjacent waters of eastern Atlantic (EA). Notes: * 7-11 mm at the same mantle length as in Portugal; ** Recently fertilized eggs.

Tab. 1. Dimensione (mm) delle uova di cefalopodi nel Mare Mediterraneo (MS) e nelle acque adiacenti dell'Atlantico orientale (EA). Note: * 7-11 mm alla stessa lunghezza del mantello degli esemplari portoghesi; ** Uova fertilizzate di recente.

Species	Eastern Atlantic[1]	Western Mediterranean[2]	Aegean Sea[3]
Sardina pilchardus (Walbaum, 1782)	1.35-1.7	1.5-1.7	1.25-1.68
Sardinella aurita Valeniciennes, 1847	1.2-1.35	–	1.03-1.38
Sprattus sprattus (Linnaeus, 1758)	–	–	0.9-0.95
Engraulis encrasicholus (Linnaeus, 1758)	1.5-1.6	1.15-1.25	1.0-1.55
Zeus faber Linnaeus, 1758	1.9-2.2	1.6-2.0	1.96-2.0
Trachurus mediterraneus (Steindachner, 1868)	–	1.00-1.04	0.72-0.83
Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)	0.8-0.9	0.81-1.04	0.92-0.98
Mullus barbatus Linnaeus, 1758	–	–	0.65-0.77
Mullus surmuletus Linnaeus, 1758	0.74-0.92	0.93	0.74-0.92
Scomber japonicus Houttuyn, 1782	1.0-1.3	–	0.9-1.2
Scomber scombrus Linnaeus, 1758	–	1.07-1.19	1.08-1.16

Tab. 2. Egg size (mm) variations in pelagophile teleost fishes from the eastern Atlantic, the western Mediterranean and the Aegean Sea. Notes: 1. after Kalinina (1981); 2. after Bertolini et al. (1956); 3. after Mater & Coker (2002).

Tab. 2. Variazione delle dimensioni (mm) delle uova di pesci teleostei pelagici dell'Atlantico orientale, del Mediterraneo occidentale e del Mar Egeo. Note: 1. da Kalinina (1981); 2. da Bertolini et al. (1956); 3. da Mater & Coker (2002).

ments for the same period of time revealed that in 6 out of 7 pairs, the Pacific member has smaller eggs. This is probably because of differences in regional primary productivity (Lessios, 1990). The same phenomenon was revealed earlier with the comparison of egg size in related species of North Atlantic and North Pacific fish (Rass, 1935).

A comparative analysis of the data demonstrated that cephalopod reproductive features in the western Mediterranean are similar to those in the East Atlantic, in spite of a very marked oceanographic dissimilarity. In contrast to this, egg size in myopsid squids *Loligo* and *Alloteuthis*, and in argonautid octopods is larger in the eastern Mediterranean than in the western part of the sea; moreover *Loligo vulgaris* has two spawning peaks in western areas, but only one spring peak in eastern waters (Moreno et al., 2002).

Cuttlefishes and sepiolid squids, which have relatively (in respect to body size) large eggs, exhibit no trend at all. Teleost fishes generally exhibit the inverse trend, i.e. smaller eggs in the Eastern Mediterranean.

A probable reason for such differences between cephalopod reproductive strategies in western and eastern parts of the sea, is the different ecosystem structure. In the Mediterranean Sea there is a decreasing gradient for both species diversity and productivity from west to east. The number of species among all major groups of plants and animals is much lower in the eastern Mediterranean than in the western and central parts of the sea (Ketchum, 1983). According to the estimates of Koukouras et al. (2001), out of a total of about 6000 benthic invertebrate species in the Mediterranean, about 67% are found in the western Mediterranean, 38% in the Adriatic Sea, 35% in the Central Mediterranean, 44% in the Aegean, and 28% in the Levantine Sea. This recently is changing with the beginning of an intensive immigration of Indo-Pacific species via the Suez Canal.

We suppose that because of the lower species diversity, as well as because of the lower productivity in the Eastern Mediterranean, local food webs have fewer knots, and trophic inter-relationships are more stable and less depending on environmental variability. Alekseev (1981) supposed that an increase in egg size in colder environments (Thorson rule) is caused by a decrease in larval mortality with a gradual shift from complex food webs with high predator diversity in tropical seas to simpler food webs in temperate and polar seas and in deep waters. An extermination of eggs and larvae in tropical seas by numerous diverse predators with different hunting strategies does not allow to most of tropical species to apply any other reproductive strategy but to produce as much offsprings as possible and to disperse them as widely as possible. In tropical species the large eggs could be produced only in combination with an extreme parental care. It was hypothesised that with a decrease of the predator diversity and simplification of the ecosystem structure in cold seas, an individual fitness becomes more important for survival, because the competition for food becomes tenser. So, species begin to invest more energy into individual egg (Alekseev, 1981). Certainly, this is the case, when we compare with each other the western and eastern Mediterranean. In the trade-off between egg-size and fecundity, these ecosystem features probably favoured the development of reproductive strategies with larger eggs and lower fecundity in the eastern part of the sea. It is remarkable that the Indo-Pacific octopus *Octopus kagoshimensis* doubled its egg length after penetrating into the eastern Mediterranean (Salman et al., 2005).

A similar pattern was revealed in ommastrephid squids, in which inshore species have larger eggs and lower fecundity in respect to oceanic forms that inhabit relatively unpredictable environments (Nigmatullin & Laptikhovsky, 1994; Arkhipkin & Laptikhovsky, 2007). This trend

was likely more strongly expressed in small-egged species, rather than in species that normally produce large eggs (cuttlefish and sepiolids). Representatives of the latter ecological group did not exhibit this pattern. Some species even become to produce smaller eggs (with presumably higher fecundity), probably facilitating occupation of new habitats and dispersal of offsprings.

The Mediterranean Sea represents an ideal case to investigate Alekseev's supposition, because in spite of the different species diversity between western and eastern parts of the sea, both faunas are represented mostly by the same species living at similar temperature regimes (waters of the eastern Mediterranean are slightly warmer, particularly on the surface). An increase of egg size in some cephalopod species in the eastern Mediterranean can not be explained by the Thorson and Rass rules, as well as by the related phenotypic plasticity (see Laptikhovsky, 2006) because these waters are generally warmer, not colder.

In spite of the written history of cephalopod reproductive biology in the Mediterranean beginning with Aristotle, about 23 centuries ago, and in contrast to its very intensive studies in the XX century (Boletzky, 2004), available data are still not sufficient to solve the entire problem of regional variability in reproductive strategies in the Mediterranean. It is important to obtain information about reproductive features of ommastrephid squids in the Aegean and Levantine Seas, as they are the very important offshore ecological group. Our conclusions are essentially a working hypothesis intended to direct further investigations on cephalopod and fish reproductive strategies in the Mediterranean basin, which in the future must incorporate data on fecundity, spawning seasonality, and adult size.

A decrease of fertilised egg size in pelagophile teleost fishes from the Atlantic to the eastern Mediterranean may have a simpler explanation. The size of fish eggs decreases with an increase of salinity because of purely physiological reasons related to egg buoyancy. This was demonstrated by comparison of reproductive features of populations living in waters with different salinities, as well as during laboratory experiments (Biryukov & Grauman, 1972). Also, pelagic spawners with no parental care and extremely small eggs (clupeids, horse mackerels, chub mackerels, and the squid *Abralia veranyi*) have better possibilities of juvenile dispersal: genetic drift between different populations may be important and therefore results in an absence of population-specific differences in egg size. If this is true, one could expect that the ommastrephid squids in the eastern Mediterranean would have eggs of more or less the same size as in the western parts of the sea and in the adjacent eastern Atlantic.

Acknowledgements

We sincerely thank Dr. G. Bello (Mola di Bari, Italy) and Prof. Dr. S.F. Timofeev (MMBI, Murmansk, Russia) for many valuable comments. The crew and technical staff of the Portuguese research vessel R/V "Noruega" and in particular the technician Mr. Pedro Mendonça, were instrumental in providing short-notice sample collection.

References

ALEKSEEV F.E., 1981. Rass-Thorson – Marshall rule and biological structure of marine communities, in Vinberg G.G. (ed.), *4th Congress of All-Union Hydrobiological Society. Theses of reports*. Part I. Naukova Dumka, Kiev: 4-6.

ARKHIPKIN A.I & LAPTIKHOVSKY V.V., 2007. Allopatric speciation of the teuthid fauna on the shelf and slope of Northwest Africa. *Acta Universitatis Carolinae. Geologica*, 49: 15-19.

BELLO G., 1993. *Tremoctopus violaceus* (Cephalopoda: Tremoctopodidae) in the stomach content of a swordfish from the Adriatic Sea. *Bollettino Malacologico*, **29**: 45-48.

BELLO G., 2003. The biogeography of Mediterranean cephalopods. *Biogeographia*, **24**: 209-226.

BELLO G. & DEICKERT A., 2003. Multiple spawning and spawning batch size in *Sepietta oweniana* (Cephalopoda: Sepiolidae). *Cahiers de Biologie Marine*, **44**: 307-314.

BERTOLINI F., D'ANCONA U., PADOA E., MONTALENTI, RANZI S., SANZO L., SPARTA A., TORTONESE E. & VIALLI M., 1956. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, **38**: 1-1064.

BIRYUKOV N.P. & GRAUMAN G.B., 1972. Some morpho-physiological adaptations of cod for brackish waters of Baltic Sea causing its wide distribution and high abundance. *Trudy AtlantNIRO*, **42**: 3-11. (in Russian)

BOLETZKY S.v., 1983a. *Sepia officinalis*, in Boyle P.R. (ed.), *Cephalopod life cycles, Vol I. Species account*. Academic Press, London: 31-52.

BOLETZKY S.v., 1983b. *Sepiola robusta*, in Boyle P.R. (ed.), *Cephalopod life cycles, Vol I. Species account*. Academic Press, London: 53-68.

BOLETZKY S.v., 1987. On egg and capsule dimensions in *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda): a note. *Vie et Milieu*, **37**: 187-192.

BOLETZKY S.v. 2004. Whence and whither: Mediterranean cephalopod studies through the 20th century. *Turkish Journal of Aquatic Life*, **2**: 217-228.

BOLETZKY S.v., ROWE L. & AROLES L., 1973. Spawning and development of the eggs, in the laboratory, of *Illex coindetii* (Mollusca: Cephalopoda). *The Veliger*, **15**: 257-258.

COELHO M.L., QUINTELA J., BETTENCOURT V., OLAVO G. & VILLA H., 1994. Population structure, maturation patterns and fecundity of the squid *Loligo vulgaris* from southern Portugal. *Fisheries Research*, **21**: 87-102.

COLLINS M.A., BURNELL G.M. & RODHOUSE P.G. 1995. Reproductive strategies in male and female *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **75**: 621-634.

GONZALEZ A.F. & GUERRA A. 1996. Reproductive biology of the short-finned squid *Illex coindetii* (Cephalopoda, Ommastrephidae) of the Northeastern Atlantic. *Sarsia*, **81**: 107-118.

GUERRA A. & ROCHA F., 1994. The life history of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Galician waters (NW Spain). *Fisheries Research*, **21**: 43-69.

KALININA E.M., 1981. *Ichthyoplankon of the Canary Current region*. Naukova Dumka, Kiev, 116 pp. (in Russian)

KETCHUM B.H., 1983. *Ecosystems of the World 26 Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.

KOUKOURAS A., VOULTSIADOU E., KITSOS M.S. & DOULGERAKI

S., 2001. Macrobenthic fauna diversity in the Aegean Sea. Affinities with other Mediterranean regions and the Black Sea. *Bios*, **6**: 61-76.

Laptikhovsky V.V., 1999. First data on fecunditiy of the squid *Abralia veranyi* (Cephalopoda: Enoploteuthidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **79**: 1135-1136.

Laptikhovsky V.V., 2000. Fecundity of the squid *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798 (Myopsida, Loliginidae) off northwest Africa. *Scientia Marina*, **64**: 275-278.

Laptikhovsky V.V., 2006. Latitudinal and bathymetric trends in egg size variation: a new look at Thorson's and Rass's rules. *Marine Ecology*, **27**: 7-14.

Laptikhovsky V.V., Arkhipkin A.I. & Hoving H.J.T., 2007. Reproductive biology in two species of deep-sea squid. *Marine Biology*, **152**: 981-990.

Laptikhovsky V.V. & Nigmatullin Ch.M., 1993. Egg size, fecundity, and spawning in female of the genus *Illex*, (Cephalopoda: Ommastrephidae). *ICES Journal of Marine Science*, **50**: 393-403.

Laptikhovsky V.V. & Nigmatullin Ch.M., 1999. Egg size and fecundity in females of the subfamilies Todaropsinae and Todarodinae (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **79**: 569-570.

Laptikhovsky V.V. & Salman A., 2003. On reproductive strategies of the epipelagic octopods of the superfamily Argonautidea (Cephalopoda: Octopoda). *Marine Biology*, **142**: 321-326.

Laptikhovsky V.V., Salman A., Önsoy B. & Katağan T., 2002. Systematic position and reproduction of squid of the genus *Allotenthis* (Cephalopoda: Loliginidae) in the eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **82**: 983-985.

Laptikhovsky V.V., Salman A., Önsoy B. & Katağan T., 2003. Fecundity of the common cuttlefish, *Sepia officinalis* L. (Cephalopoda, Sepiidae): a new look at an old problem. *Scientia Marina*, **67**: 279-284.

Lefkaditou E. & Kaspiris P., 1998. Distribution and reproductive biology of *Sepietta neglecta* (Naef, 1916) (Cephalopoda: Sepioidae) in the north Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *The Veliger*, **41**: 239-242.

Lessios H.A., 1990. Adaptation and phylogeny as determinants of egg size in echinoderms from the two sides of the isthmus of Panama. *American Naturalist*, **135**: 1-13.

Mangold K., 1983. *Octopus*, in Boyle P.R. (ed.), *Cephalopod life cycles, Vol I. Species account*. Academic Press, London: 335-364.

Mangold K., Von Boletzky S. & Frösch D., 1971. Reproductive biology and embryonic development of *Eledone cirrhosa* (Cephalopoda, Octopoda). *Marine Biology*, **8**: 109-117.

Mangold-Wirz K., 1963. Biologie des céphalopodes bentiques et nectoniques de la mer Catalane. *Vie et Millieu*, Suppl. **13**: 1-285.

Mater S. & Coker T., 2002. *Turkiye denizleri ihtiyoplankton atlasi*. Ege Universitesi Basimevi, Bornova-Izmir, 211 pp. (in Turkish)

Millot C., 2005. Circulation in the Mediterranean Sea: evidences, debates and unanswered questions. *Scientia Marina*, **69** (suppl.): 5-21.

Moreno A., Pereira J., Arvanitidis C., Robin J-P., Koutsoubas D., Perales-Raya C., Cunha M.M., Balguerias E. & Denis V., 2002. Biological variation of *Loligo vulgaris* (Cephalopoda: Loliginidae) in the Eastern Atlantic and Mediterranean. *Bulletin of Marine Science*, **71**: 515-534.

Naef A., 1923. Die Cephalopoden: Systematik. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **35**, I/1: 863 pp.

Naef A., 1928. Die Cephalopoden: Embryologie. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, **35**, I/2: 357 pp.

Najai S., 1983. *Contribution a l'étude de la biologie des pêches des Céphalopodes de Tunisie. Application a l'espèce* Sepia officinalis *Linné, 1758*. Université de Tunis, Faculté des Sciences, 299 pp.

Nesis K.N., 2000. When the Mediterranean Sea dried up and what happened afterwards. *Priroda*, **4**: 3-5. (in Russian)

Nigmatullin Ch.M. & Laptikhovsky V.V., 1994. Reproductive strategies in the squid of the family Ommastrephidae (preliminary report). *Ruthenica*, **4**: 79-82.

Nigmatullin Ch.M., Laptikhovsky V.V. & Moustahfid H., 2002. Brief review on ecology in the North African population of arrow squid *Todarodes sagittatus* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Bulletin of Marine Science*, **71**: 581-590.

Painter S.C. & Tsimplis M.N., 2003. Temperature and salinity trends in the upper waters of the Mediterranean Sea as determined from the MEDATLAS dataset. *Continental Shelf Research*, **23**: 1507-1522.

Packard A., 1972. Cephalopods and fish: the limits of convergence. *Biological Reviews*, **47**: 241-307.

Rass T.S., 1935. Some peculiarities of fish eggs' and larvae morphology in northern seas. *Reports of Soviet Academy of Sciences*, **2**: 597-601. (in Russian)

Reid A., 1991. Taxonomic review of the Australian Rossiinae (Cephalopoda: Sepiolidae), with a description of a new species, *Neorossia leptodons*, and redescription of *N. caroli* (Joubin, 1902). *Bulletin of Marine Science*, **49**: 748-831.

Salman A., 1998. Reproductive biology of *Sepietta oweniana* (Pfeffer, 1908) (Sepiolidae: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, **62**: 379-383.

Salman A. & Katağan T., 1996. A preliminary study on reproduction biology of *Rondeletiola minor* (Naef, 1912) (Sepiolidae: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *E.Ü. Su Ürünleri dergisi*, **13**: 403-408. (in Turkish)

Salman A. & Laptikhovsky V.V., 2005. Fecundity and Spawning of *Abralia verany* (Rüppell, 1844) (Cephalopoda: Enoploteuthidae) in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, **69**: 205-209.

Salman A., Laptikhovsky V. & Katağan T., 2005. Male and female fecundity of the Indo-Pacific octopus, *Octopus kagoshimensis* Ortmann, 1888 (Cephalopoda: Octopodidae) in the East Mediterranean. *Zoologicheskiy Zhurnal*, **84**: 269-271.

Salman A. & Önsoy B., 2004. Analysis of fecundity of some bobtail squids of the genus *Sepiola* (Cephalopoda: Sepiolida) in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **84**: 781-782.

Sen H., 2004. A preliminary study of the effects of salinity on egg development of European squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, **56**: 93-99.

Svitoch A.A., Selivanov A.O. & Yanina T.A., 1999. A short history of three seas. *Priroda*, **12**: 17-25. (in Russian)

Sifner S.K. & Vrgoč N., 2004. Population structure, maturation and reproduction of the European squid, *Loligo vulgaris*, in the Central Adriatic Sea. *Fisheries Research*, **69**: 239-249.

Turley C.M., 1999. The changing Mediterranean Sea – A sensitive ecosystem? *Progress in Oceanography*, **44**: 387-400.

Wiborg K.F. & Gjosæter J., 1981. The squid *Todarodes sagittatus* (Lamarck). Distribution and abundance in northern waters, April 1980-April 1981. *ICES C.M.*/K:**14**: 1-23.

Lavoro ricevuto il 27 giugno 2005
Lavoro accettato il 20 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 102-109 (suppl. 2009)

On the abundance and spatial distribution of *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) and *Eledone moschata* (Cephalopoda: Octopodidae) in the Sardinian Seas (central-western Mediterranean) - A preliminary and qualitative investigation with special attention to some environmental constraints

Danila Cuccu (✉)*, Patrizia Jereb#, Sergio Ragonese°, Nicola Giovannini#, Simone Colella§ & Angelo Cau*

* Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari, Via Tommaso Fiorelli 1, 09126 Cagliari, Italy, cuccu@unica.it
(✉) Corresponding Author

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

° IAMC-CNR, Via Luigi Vaccara 61, 91026 Mazara (TP), Italiy

§ ISAC- CNR, Via del Fosso del Cavaliere 100, 00133 Roma, Italy

Abstract

Abundance indexes and frequency of positive hauls data obtained for *Illex coindetii* and *Eledone moschata* from eight Mediterranean experimental trawl surveys carried out in the Sardinia Seas were analysed with an explorative methodology. Two sets of yearly surveys (homogeneous among them but different when considering the two groups) were thereby identified and the relative species density (N/km^2) GIS distribution maps computed. A trawl survey, "anomalous" if compared to the others of the considered historical series, was put in evidence, the anomaly resulting in a very high recruitment pulse for *Illex coindetii*.

Given the role of environmental factors (e.g., water temperature, currents regimes, up-welling events, etc.) on cephalopods life cycles, Sea Surface Temperature (SST) images for each month of a historical series of years, i.e. 1993-2001, including those of the trawl surveys considered, were gathered and qualitatively analysed to investigate SST relationship with the observed abundance/frequency fluctuations. Basic information available on the currents systems characterizing Sardinia waters was also collected and analysed.

Results did not show a clear qualitative relationship between SST and the observed general variability, but evidenced a good correspondence between both species distribution and the analysed hydrological patterns. Very interestingly, however, the unusually high pulse of recruitment observed for *I. coindetii* during 1997, corresponded to unusually high SST values recorded during the period November 1996-April 1997, indicating a hydrological situation different from the usual pattern. These anomalous values could reflect the shifting toward north of the Algerian current and, consequently, of the frontal zone off the western Sardinian coasts, occurred from 1996 to 1998. This, in turn, could have generated/determined optimal conditions for the eggs development and hatching (e.g., salinity, nutrients and temperature favourable conditions), thus the recruitment pulse observed.

Riassunto

Sono sempre più numerose le evidenze a favore dell'influenza che i fattori ambientali (ad esempio, temperatura dell'acqua, correnti, fenomeni di *up-welling*, etc.) hanno sui cicli vitali dei cefalopodi, in particolare sulle variazioni in abbondanza e distribuzione delle specie. Alla luce di ciò, nel presente lavoro si è tentato di interpretare la variabilità di distribuzione spazio-temporale osservata nei mari sardi per le due specie *Eledone moschata* e *Illex coindetii* prendendo in considerazione alcuni parametri ambientali, come la temperatura superficiale dell'acqua (SST) (di cui si è effettuata un'analisi qualitativa mensile dal 1993 al 2001) ed il sistema di correnti che caratterizza l'area di studio.

I dati provenienti da otto campagne di pesca sperimentali (1994-2001), effettuate nell'ambito del Progetto MEDITS, sono stati elaborati ed analizzati secondo una metodologia esplorativa che, sulla base degli indici di abbondanza (kg/km^2, N/km^2) e della frequenza delle cale positive, ha consentito di individuare, per entrambe le specie, due serie contrapposte di anni omogenei ed in particolare, per *I. coindetii*, un anno caratterizzato da valori "anomali" di abbondanza come conseguenza di un picco di reclutamento. Di tali anni sono state realizzate le mappe di distribuzione della densità (N/km^2), che sono quindi state confrontate qualitativamente con le mappe delle SST.

I risultati ottenuti non hanno messo in evidenza una chiara correlazione tra la SST e la generale variabilità di distribuzione osservata, che invece sembra trovare una buona corrispondenza con la complessa situazione idrologica della zona.

In particolare, tuttavia, in contrasto con la situazione generale delle temperature, i valori anomali registrati nel periodo novembre-dicembre '96 e marzo-aprile '97 (SST alte rispetto a quelle degli altri anni studiati), periodo precedente il picco di reclutamento osservato nell'estate '97, indicano il verificarsi di una situazione idrologica insolita nell'anno in questione, che in qualche modo ha influenzato positivamente l'abbondanza della specie. È possibile che questi valori di SST inusuali riflettano l'"anomalia" che tra il '96 e il '98 ha interessato la Corrente Algerina, il cui slittamento verso nord (e conseguente spostamento della zona di fronte nel versante occidentale della Sardegna) può aver creato condizioni ottimali di temperatura, salinità e nutrienti che hanno favorito lo sviluppo delle uova e delle prime fasi di vita dei giovani.

Key words

Cephalopods, Medits surveys, abundance, spatial distribution, environmental constraints, Mediterranean Sea.

Introduction

Cephalopod populations are conspicuous in showing dramatic yearly fluctuations in abundance and changes in spatial distribution. Besides the often unknown incidence of exploitation, environmental constraints have been shown to represent key factors underlying these phenomena and influencing cephalopod life cycles (e.g. Forsythe & van Heukelem, 1987; Mangold, 1987; Forsythe, 1993; Roberts & Sauer, 1994; Bakun & Csirke, 1998; Portner & Zielinski, 1998; Roberts, 1998; Brodziak & Hendrickson, 1999; Bellido et al., 2001; Dawe et al., 2000 and 2001; Jereb et al., 2001; Rodhouse, 2001). Among environmental factors, Sea Water Temperature (SWT) is determinant, especially in the early life stages (e.g. O'Dor et al., 1985; Fagundez & Robaina, 1992; Forsythe, 1993), and Sea Surface Temperature (SST) was recently identified as a possible tool to allow squid abundance prediction (Agnew et al., 2000, 2001 and 2002).
Analysing and understanding cephalopod life cycles driving factors represent fundamental items to provide any management action focused on these resources. In spite of the many efforts done towards this goal (e.g. Caddy, 1983; Saville, 1987; Bravo De Laguna, 1989; Boyle, 1990; Foucher et al., 1998; Lipinski, 1998; O'Dor, 1998), the methodological experience available is still poor, mainly due to our still poor knowledge of many biological aspects of the species life cycles (Roberts et al., 1998) and to the even more scanty and scattered knowledge of the oceanographic phenomena that characterise many areas of squid distributions.
Aim of this paper is to illustrate a way to study possible interactions between environmental factors and cephalopod distribution and abundance on the base of an exploratory analysis (Jereb et al., 2005). Towards this goal, the relation of SST with the abundance and spatial distribution of two species of Mediterranean cephalopods, the benthic musky octopus, *Eledone moschata* (Lamarck, 1798) (Cephalopoda: Octopodidae) and the epi-pelagic broadtail shortfin squid, *Illex coindetii* (Verany, 1839) (Cephalopoda: Ommastrephidae), obtained by applying this methodology, was analysed and the hydrological patterns of the investigated area were commented.
This study also represents an important step towards positive interactions between fisheries biologists and oceanographers, the unfortunate lack of which represented a negative constraint in the past.

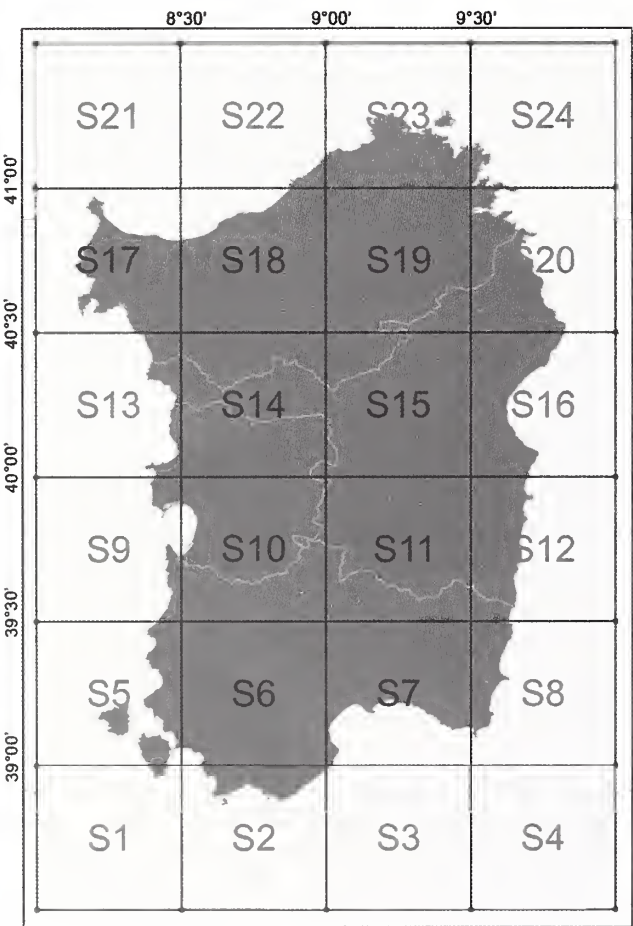


Fig. 1. Map of the studied area subdivided in sectors (S1-S24) by 0.5 degree of latitude and longitude.

Fig. 1. Suddivisione dell'area di studio in settori (S1-S24) aventi 0,5 gradi di latitudine e longitudine.

Material and Methods

Data of *Eledone moschata* and *Illex coindetii* gathered during eight bottom trawl surveys carried out in the Sardinian Seas within the MEDITS research project (Abellò et al., 2002) between 1994 and 2001, were analysed following Jereb et al. (2005). According to that, mean abundance index (AI) both in weigh (kg/ km^2, Biomass Index, BI) and number (N/ km^2, Density Index, DI) and the frequency of occurrence (f% of positive hauls) of the two species within the preferred bathymetric ranges were computed. These parameters were analysed by three-dimensional (3d-contour) graphic representations, on the base of which distribution maps assembling homogeneous years were computed. Sea Surface Temperature (SST) images were extracted from the recently released NASA Pathfinder global SST dataset available at 9 km resolution twice a day at the Physical Oceanography Distributed Active Archive Centre. Here night-time NOAA satellite passes have been chosen in order to avoid the afternoon warm-layer effect (Fairall et al., 1996) that in the Mediterranean Sea can occur in all seasons and for very light wind conditions can decouple the satellite measurements (skin measurements) from the "real" measurements (bulk measurements) (Böhm et al., 1991). The algorithm used to estimate SST here is the Pathfinder algorithm (Evans & Podestà, 1996), as validated by D'Ortenzio et al. (2000) for the Mediterranean Sea. After the processing and interpolation procedures, average SST values maps for each survey period were created using IDL 6.1 (Interactive Data Language) software. Also, the trends of the SST median value for each geographic sector (S1-S24) computed as indicated in **Fig. 1**, were analysed for the whole time range and the whole area. A qualitative comparison was performed to test the correspondence between the *abundance-and-frequency-distribution-pattern similarity* observed among surveys and the average SST obtained.

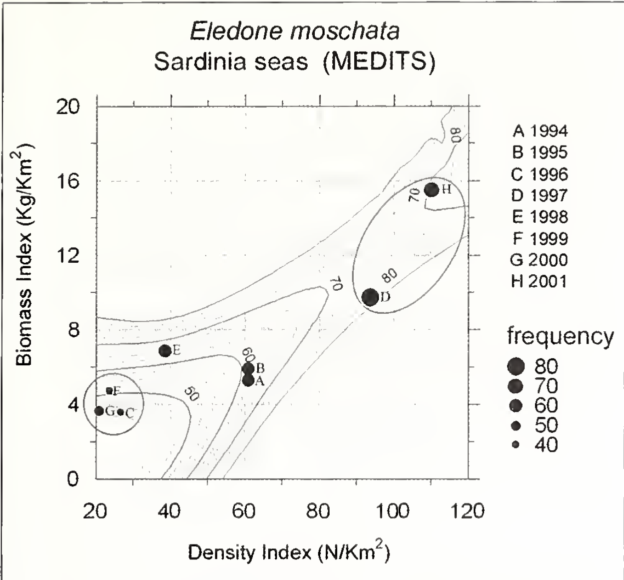


Fig. 2. Mean annual variation of abundance for *Eledone moschata*. The circles indicate the homogeneous years: 1996, 1999, 2000 (C, F, G) and 1997, 2001 (D, H).

Fig. 2. Variazione media annuale degli indici di abbondanza di *Eledone moschata*. Gli anni omogenei sono indicati dai cerchi: 1996, 1999, 2000 (C, F, G) e 1997, 2001 (D, H).

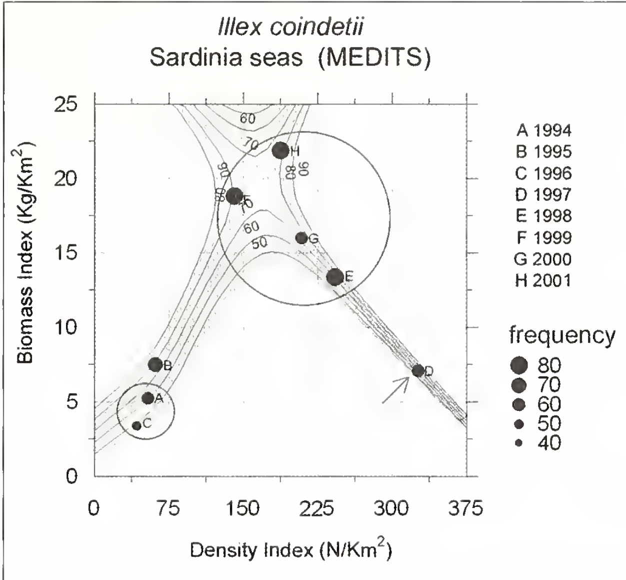


Fig. 3. Mean annual variation of abundance for *Illex coindetii*. The 1994, 1996 (A, C) and 1998, 1999, 2000, 2001 (E, F, G, H) homogeneous years are circled; the arrow points out the anomalous year 1997 (D).

Fig. 3. Variazione media annuale degli indici di abbondanza di *Illex coindetii*. Gli anni omogenei 1994, 1996 (A, C) e 1998, 1999, 2000, 2001 (E, F, G, H) sono indicati dai cerchi, l'anno anomalo 1997 (D) da una freccia.

Results

Mean abundance indices (in weight and number) and frequency of occurrence plots for the two species considered are shown in **Figs 2, 3**.

A different pattern is evident between the two species: a rather regular one for *Eledone moschata*, where the parameters are well correlated along a virtual axe (i.e. increasing DI and BI are generally linked to higher f%); a quite irregular one for *Illex coindetii*, where the parameters are poorly correlated (i.e. similar abundances may be linked to very different values of f%); here, an "anomalous" year characterized by a high presence of juveniles was clearly evidenced, i.e. 1997 (see arrow in **Fig. 3**). The two sets of yearly surveys detected (in principle, "high" values of BI, DI and f% versus "low" values), homogeneous among them but different when considering the two groups, are circled.

In **Figs 4, 5** the distribution maps obtained by using these grouped yearly surveys data are shown. The map corresponding to the anomalous survey for *I. coindetii* was also produced (**Fig. 6**). The spatial distribution of *E. moschata* shows an interesting discontinuity, with 3-4 main "focal points" symmetrically located along the corners of the island, while the central areas are rather poorly populated, especially on the eastern side. This is evident both in the case of the high density and frequency of occurrence when the animals are more concentrated (**Fig. 4 A**; the "black" area is smaller), and in years characterized by low abundance and high dispersion values years (**Fig. 4 B**; the "black" area is larger). *Illex coindetii* spatial distribution is characterized by a preferential location along the western coasts of Sardinia, with a lower dispersion rate in the "high values" survey years (**Fig. 5 A**).

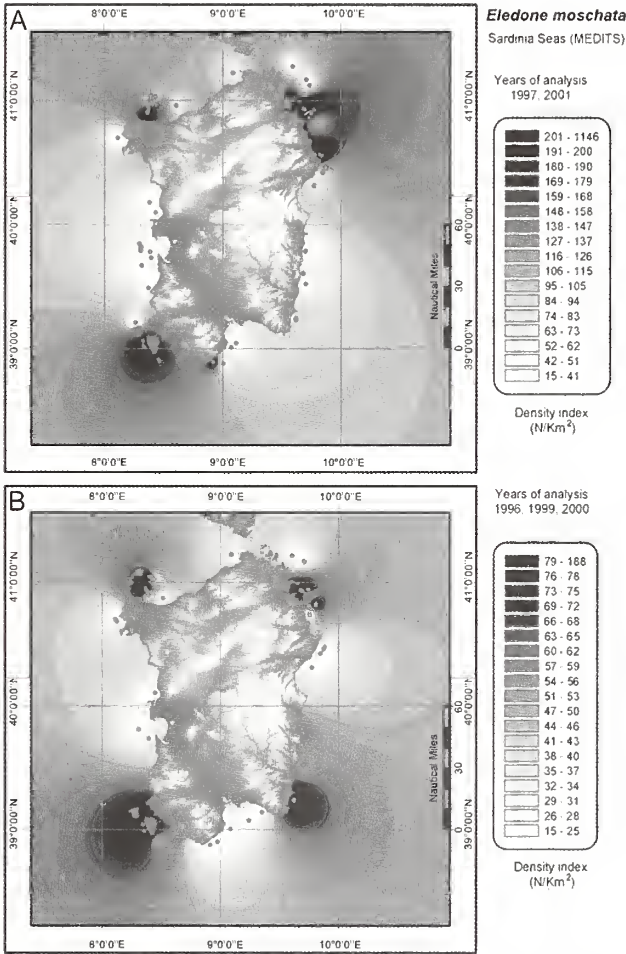


Fig. 4 A, B. GIS spatial distribution of *Eledone moschata* in the years with high (a) and low (b) density index values. The hauls allocation is indicated by dots.

Fig. 4 A, B. Rappresentazione GIS della distribuzione spaziale di *Eledone moschata* negli anni caratterizzati da alti (a) e bassi (b) indici di densità. I punti rappresentano l'allocazione delle cale.

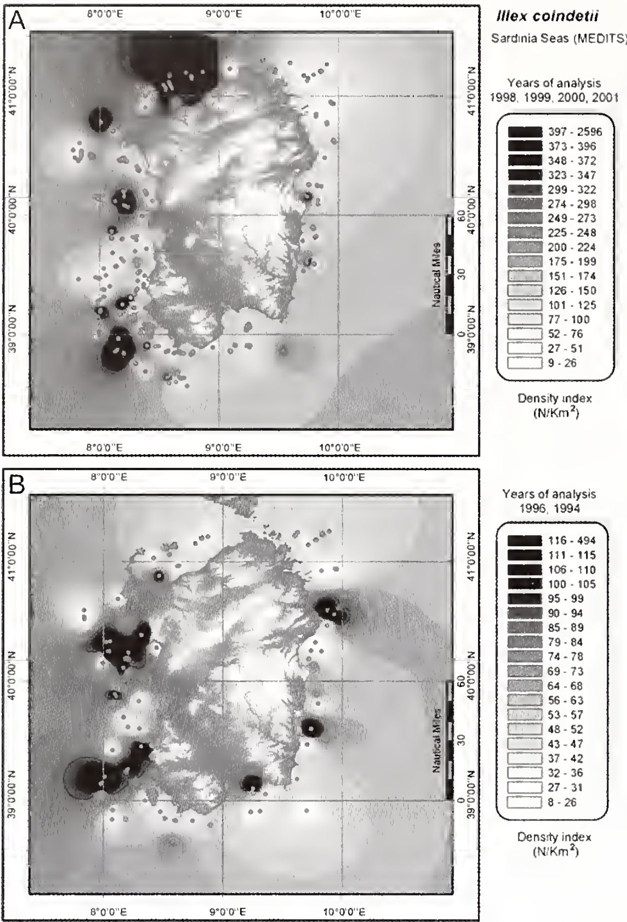


Fig. 5 A, B. GIS spatial distribution of *Illex coindetii* in the years with high (a) and low (b) density index values. The hauls allocation is indicated by dots.

Fig. 5 A, B. Rappresentazione GIS della distribuzione spaziale di *Illex coindetii* negli anni caratterizzati da alti (a) e bassi (b) indici di densità. I punti rappresentano l'allocazione delle cale.

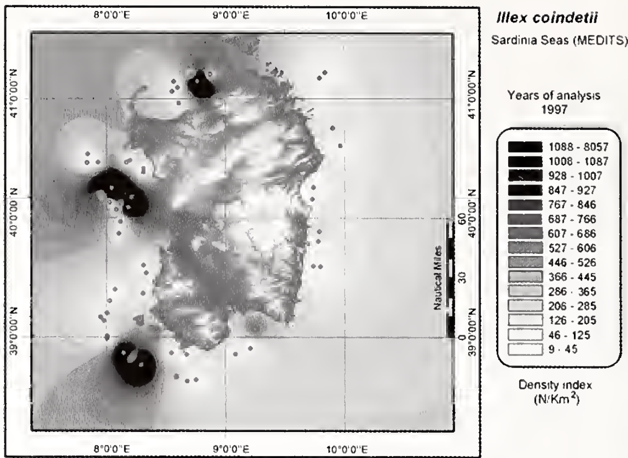


Fig. 6. GIS spatial distribution of *Illex coindetii* in the anomalous year (1997). The hauls allocation is indicated by dots.

Fig. 6. Rappresentazione GIS della distribuzione spaziale di *Illex coindetii* nell'anno anomalo (1997). I punti rappresentano l'allocazione delle cale.

Two (or three) main "focal points" are evident, confirmed by the distribution observed during 1997, where the high density registered was due to a huge pulse of recruits (**Fig. 6**). Again, the eastern side of the island seems less suitable for the species.
The average SST by survey period (**Fig. 7**) well reflects the little "shift-over" occurred in the time range covered during each fishing surveys: a warmer situation is shown for the years 1995, 1996 and 1997, then for the years 2000 and 2001, when the surveys were carried out from June till early August and in June-July respectively; a colder situation is evident for the years 1994, 1998 and 1999, when the surveys occurred during May-June (early July). In the colder periods it is better perceivable the pecu-

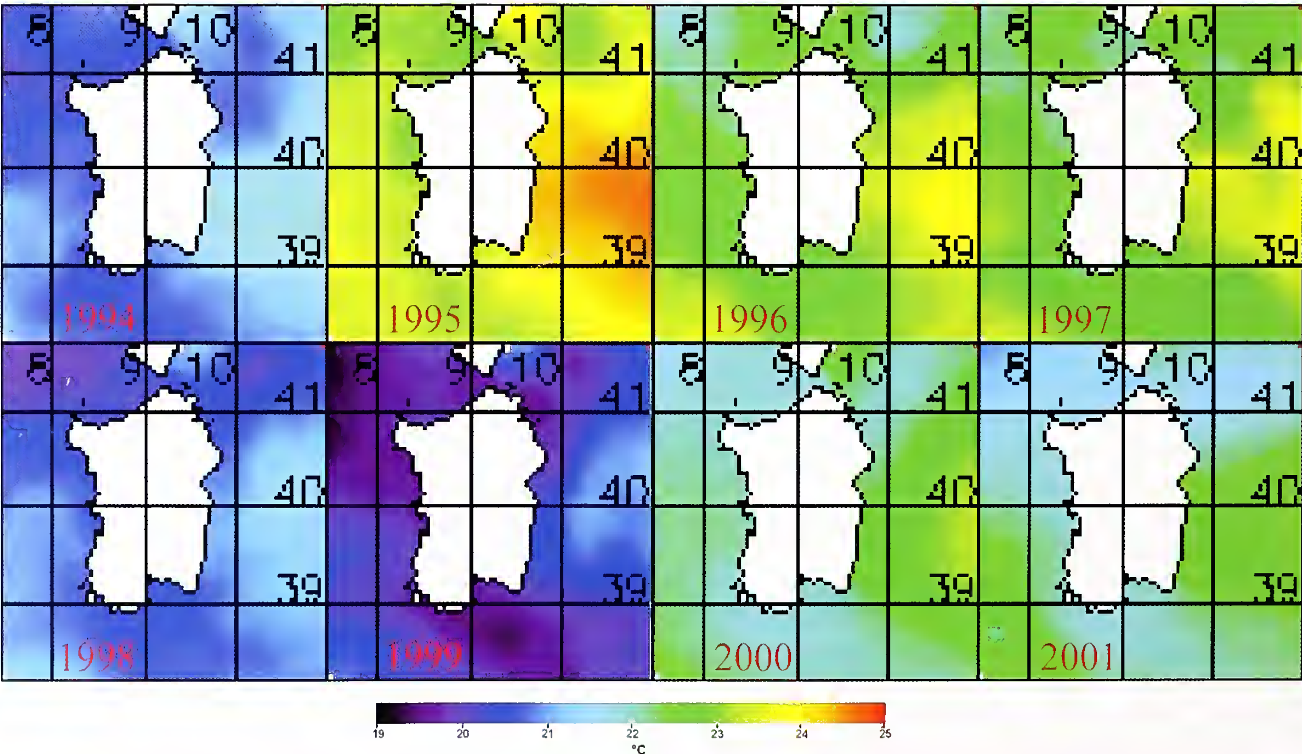


Fig. 7. Map of average SST around Sardinia for each trawl survey.

Fig. 7. Mappa delle SST medie dei mari circostanti la Sardegna durante i periodi di campionamento.

liar hydrological pattern described for the Sardinia waters, with superficial colder streams of waters flowing southwards along the Sardinia coasts in winters (Ausonic Cyclone - Winter Pattern). Interestingly, the noticeable warmer area located along the eastern side of the island in almost every map, roughly corresponded to the area where both species were less abundant. This warmer zone is already present in spring time but becomes more evident during summer (**Fig. 7**), when the thermal gradient is higher and the difference in the SST between the western and eastern side of the island is unmistakable.

As for the correlation between SST values and the species abundance, the analysis of the average SST by month during the years 1993-2001 showed no clearly oriented pattern to be related to the distributions observed. However, the occurrence of higher SST from November-December '96 to March-April '97 and from November-December '97 to March-April '98, was observed in all the western sectors, in contrast with the general pattern of the other years examined.

These high values represent a true anomaly for the area, the recorded SST having exceeded of over 1°C the values recorded for the same range of time during the other years of the historical time series analysed. This is remarkable in the sectors 1 and 13, those where the observed peak of juveniles occurred.

SST values computed for the sectors 1 and 18 in the years 1996 and 1997, were the maximum and minimum respectively registered in the western coast from 1996 to 1998 (**Fig. 8**).

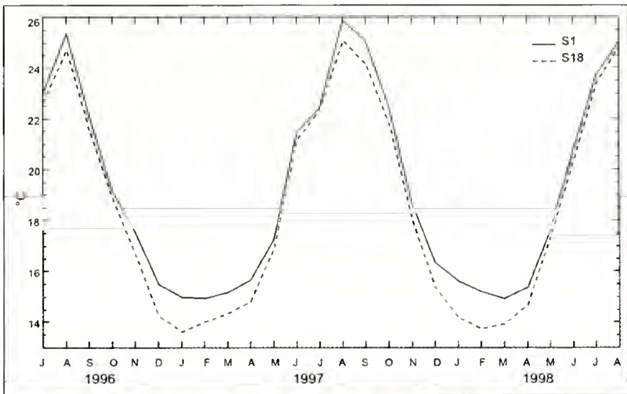


Fig. 8. Highest (S1) and lowest (S18) mean SST values recorded in the western Sardinian coast from 1996 to 1998.

Fig. 8. Valori massimi (S1) e minimi (S18) delle SST registrati nella costa occidentale della Sardegna dal 1996 al 1998.

Discussion

The used exploratory analysis allowed the identification of sets of years homogenous among them (and differing between the two different sets) for both *Illex coindetii* and *Eledone moschata*, species with highly different life cycles and ecological requirements. Therefore, it confirmed its validity as a tool for the investigation of cephalopod spatial and temporal distributions focused to enlighten affinities and discrepancies characterizing different yearly situations when considering a historical series. Yearly situations standing out of the "normal" values for any reason are also immediately noticed and noticeable, driving the attention of the investigators on the underlying causes of this anomaly.

The differences observed in the yearly distributions analysed, are mainly spatial (especially evident for *I. coindetii*) but also number-and-density related, and in both cases, as more generally observed on cephalopod species, are likely to depend on a combination of environmental factors (e.g. Roberts & Sauer, 1994; Dawe et al., 2000; Rodhouse, 2001). Among these, hydrological systems and currents regimes, driving forces determining water temperature and salinity changes and possible upwelling events, are those most probably responsible for most of the variability observed (e.g. Roberts & Sauer, 1994; Bakun & Csirke, 1998; Dawe et al., 2001).

In the present case, it is worth mentioning the peculiar geographical position of Sardinia, surrounded by a complex currents regime (e.g. Atzeni et al., 1997; Millot, 2005). In particular, the existence of four main circuits, the variability and movements/displacements of which (depending of several meteorological constraints and seasonality) create wide water flows and temperature and density variations: a cyclonic area in the north-western Mediterranean basin, the anticyclonic Algerian Current System in the south-western Mediterranean (characterized by a rather high instability), an anticyclone circuit in the Tyrrhenian Sea, and the so called Ausonic circuit (mainly affecting the superficial waters close to the Sardinia coasts during winter), consisting in a colder water flow southwards on both side of the island. The combination of these systems ideally divides the sea area around the island into at least three sub-areas, two along the west side, one along the east side; these, in turn, generate frontal zones that move accordingly to the system complex evolution.

Besides the already mentioned direct effects of SWT on many aspects of cephalopod life cycles, its non-direct relationships with cephalopod availability and abundance also have to be considered. SWT changes, in fact, can be indicative of important changes in many different oceanographic constraints (e.g. wind systems, up-welling events or other sources currents) with concomitant changes in the related ecosystem, therefore indirectly being correlated to cephalopod populations variation. SST, in particular, is a good example of such kinds of *indirect indicators*, its relationship with important cephalopod life cycle phases having being recently supported by numerous observations (e.g. Agnew et al., 2000, 2001 and 2002; Dawe et al., 2000 and 2001; Arvanitidis et al., 2002; Katara & Palialexis, 2003), but mostly without determining the possible cause-and-effects relationships involved.

Present lack of direct relationships between SSTs and the observed distributions, therefore, only stimulates further analyses; these will have to deepen the understanding of the interesting oceanographic patterns observed in the Sardinia waters, the preliminary analysis of which seems in good agreement with the observed species distribution patterns, with special reference to the western

side of the island that seems a particularly suitable environment for both species.

As for the unusually high pulse of recruitment observed for *I. coindetii* during 1997 (essentially during July of that year), a corresponding anomaly in the SSTs recorded in the preceding range of time was in fact observed: high temperature values (in some sectors exceeding of over 1°C those of the other years of the historical series examined) were recorded during winter '96 and spring '97 and winter '97 and spring '98. These unusual SST values may also reflect the anomalous situation reported by Millot (2005) in the Algerian cyclonic regimen, characterized by a shift of the Algerian current toward north from 1996 to 1998, and, consequently of the frontal of zone off the western Sardinian coasts.

According to what is known of the biology and eggs development of *Illex* species (e.g., Boletzky et al., 1973; Dawe & Beck, 1985; O'Dor et al., 1985), to the recent observation on the relationship between recruitment and SST (e.g. Agnew et al., 2000; Arvanitidis et al., 2002) and, more generally, between recruitment and oceanographic regimes (e.g. Dawe et al., 2000; Rodhouse, 2001), both the anomalous SST values and the mentioned concurrent oceanographic events (which in turn, may be linked to each other) are likely to be linked to the unusual recruitment observed in 1997. The absence of another peak of recruitment in 1998 is not surprising, the onset of the "anomalous" situation (i.e. what occurred during winter 1996-early spring 1997) being the "trigger" that generates the evident biological response.

Although preliminary, since essentially qualitative, results support the potential of water temperature and oceanographic events as key elements to investigate cephalopod life cycles also by using trawl surveys data and independently on the species considered.

Obviously, a quantitative analysis, possibly considering also other parameters, like temperature along the water column (e.g. Ragonese et al., in press), salinity and/or chlorophyll concentration (e.g. Katara & Palialexis, 2003), is necessary to validate the hereby reported qualitative evidences. The already mentioned desirable cooperation between biologists and oceanographers will help to obtain a more comprehensive understanding of the observed phenomena.

Acknowledgements

MEDITS is a program financially supported by the Italian Government, but we acknowledge here that the completion of present analysis was funded by the E.U. Research Project CEPHSTOCK (*Cephalopod Stocks in European Waters: Review, Analysis, Assessment and Sustainable Management*), Concerted Action 2002-05.

References

Abello P., Bertrand J.A., De Sola Gil L., Papaconstantinou C., Relini G. & Souplet A., 2002. The general specifications of the medits surveys. *Scientia Marina*, **66** (suppl. 2): 9-17.

Agnew D.J., Beddington J.R. & Hill S.L., 2002. The potential use of environmental information to manage squid stock. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science*, **59**: 1851-1857.

Agnew D.J., Hill S. & Beddington J.R., 2000. Predicting the recruitment strength of an annual squid stock: *Loligo gahi* around the Falkland Islands. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science*, **57**: 2479-2487.

Agnew D.J., Hill S.L. & Beddington J.R., 2001. Using predictions of recruitment strength to manage single-cohort stocks of an annual squid species: *Loligo gahi* in the Falkland Islands. *ICES CM/K*, **32**.

Arvanitidis C., Koutsoubas D., Robin J.P., Pereira J., Moreno A., Morais Da Cunha M., Valavanis V. & Eleftheriou A., 2002. A comparison of the fishery biology of three *Illex coindetii* Vérany, 1839 (Cephalopoda: Ommastrephidae) populations from the European Atlantic and Mediterranean waters. *Bulletin of Marine Science*, **71**: 129-146.

Atzeni a., Balzano A & Lai G., 1997. Sulle correnti del Golfo di Cagliari: dipendenza dalle correnti del Mediterraneo e simulazione numerica dei regimi stagionali. *Quaderni di ricerca del Dipartimento di Ingegneria del Territorio. Sezione di Ingegneria Idraulica*: 27-79.

Bakun A. & Csirke J., 1998. Environmental processes and recruitment variability. In Rodhouse P.G., Dawe E.G. & O'Dor R.K. (eds.), Squid recruitment dynamics. The genus *Illex* as a model. The commercial *Illex* species. Influences on variability. *FAO Fisheries Technical Paper*, **376**: 105-124.

Bellido J.M., Pierce G.J. & Cardoso X.A., 2001. Environmental modelling on the Scottish veneid squid *Loligo forbesi* on a GIS platform. *ICES CM/K*, **03**.

Böhm E., Marullo S. & Santoleri R., 1991. AVHRR visible-IR detection of diurnal warming events in the western Mediterranean Sea. *International Journal of Remote Sensing*, **12**: 695-701.

Boletzky S.v., Rowe L. & Aroles L., 1973. Spawning and Development of the Eggs, in the Laboratory, of *Illex coindetii*. *The Veliger*, **15**: 257-258.

Boyle P.R., 1990. Cephalopod Biology in the Fisheries Context. *Fisheries Research*, **8**: 303-321.

Bravo De Laguna J., 1989. Managing an international multispecies fishery: the Saharan trawl fishery for cephalopods. In Caddy J.F. (ed.), *Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management*. Wiley & Sons, New York, 591-612.

Brodziak J.K.T. & Hendrickson L., 1999. An analysis of environmental effects on survey catches of squid *Loligo pealei* and *Illex illecebrosus* in the Northwest Atlantic. *Fishery Bulletin*, **97**: 9-24.

Caddy J.F., 1983. The cephalopods: factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks. *FAO Fisheries Technical Paper*, **231**: 416-452.

Dawe E.G. & Beck P.C., 1985. Distribution and size of shortfinned squid (*Illex illecebrosus*) larvae in the Northwest Atlantic from winter surveys in 1969, 1981 and 1982. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **6**: 43-55.

Dawe E.G., Colbourne E.B. & Drinkwater K.F., 2000. Environmental effects on recruitment of shorth-finned squid (*Illex illecebrosus*). *ICES Journal of Marine Science*, **57**: 1002-1013.

Dawe E.G., Hendrickson L.C., Colbourne E.B., Showell M.A., Jones D.D. & Methven D.A., 2001. Squids as potential indicators species of environmental or ecosystem change in the Northwest Atlantic Ocean. *ICES CM/K*, **07**: 16 pp.

D'Ortenzio F., Marullo S. & Santoleri R., 2000. Validation of AVHRR Pathfinder SST's over the Mediterranean Sea. *Geophysical Research Letters*, **27**: 241-244.

Evans R. H. & Podestà G., 1996. *Second report to the Sea Surface*

Temperature Science Working Group. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Florida.

Fagundez S.B. & Robaina G., 1992. Effects of temperature, salinity and photoperiod on the embryonic development of the squid *Sepioteuthis scpioidea* (Blainville, 1823). *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La-Salle*, **52**: 93-103.

Fairall C.W., Bradley E.F., Godfrey J.S., Wick G.A., Edson J.B. & Young G.S., 1996. Cool-skin and warm-layer effects on sea surface temperature. *Journal of Geophysical Research*, **101**: 1295-1308.

Forsythe J.W., 1993. A working hypothesis of how seasonal temperature change may impact the field growth of young cephalopods. In Okutani T., O'Dor R.K. & Kubodera T. (eds.), *Recent advances in cephalopods fisheries biology*. Tokai University Press, Tokyo: 133-144.

Forsythe J.W. & Van Heukelem W.F., 1987. Growth. In Boyle P.R. (ed.), *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 2. Academic Press, London: 135-156.

Foucher E., Thiam M. & Barry M., 1998. A GIS for the management of fisheries in West Africa: preliminary application to the Octopus stock in Senegal. In Payne A.I.L., Lipinski M.R. & Roeleveld M.A.C. (eds.), Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, **20**: 337-346.

Jereb P., Cuccu D., Giordano D., Maiorano P. & Ragonese S., 2005. Using historical series of trawl surveys data to investigate cephalopods: A new method of exploratory analysis. *Biologia Marina Mediterranea*, **12** (1): 526-530.

Jereb P., Massi D., Norrito G. & Fiorentino F., 2001. Preliminary observation of environmental effects on spatial distribution and abundance of *Eledone cirrhosa* and *Illex coindetii* in the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea). *ICES CM/K*, **34**: 4 pp.

Katara I. & Palialexis A., 2003. Relations among fisheries and environmental data in Greek seas using remote sensing and GIS. *Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Chersonissos, Greece, 6-9 May 2003, NCMR* 2003: 193.

Lipinski M.R., 1998. Cephalopod life cycles: patterns and exceptions. In Payne A.I.L., Lipinski M.R. & Roeleveld M.A.C. (eds.), Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, **20**: 439-447.

Mangold K., 1987. Reproduction. In Boyle P.R. (ed.), *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 2. Academic Press, London: 157-200.

Millot C., 2005. Circulation in the Mediterranean Sea: evidences, debates and unanswered Questions. *Scientia Marina*, **69** (suppl. 1): 5-21.

O'Dor R.K., 1998. Can understanding squid life-history strategies and recruitment improve management? In Payne A.I.L., Lipinski M.R. & Roeleveld M.A.C. (eds.), Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, **20**: 193-206.

O'Dor R.K. & Balch N., 1985. Properties of *Illex illecebrosus* egg masses potentially influencing larval oceanographic distribution. *NAFO Scientific Council Studies*, **9**: 69-76.

Portner H.O. & Zielinski S., 1998. Environmental constraints and the physiology of performance in squids. In Payne A.I.L., Lipinski M.R. & Roeleveld M.A.C. (eds.), Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, **20**: 207-221.

Ragonese S., Nardone G., Gancitano S., De Santi A., Ottonello D. & Jereb P., 2008. Seawater temperature records gathered during experimental bottom trawl surveys in the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Il Naturalista Siciliano*. S. IV, **32** (3-4): 3-18

Roberts M.J., 1998. The influence of the environment on the chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* spawning aggregations: steps towards a quantified model. In Payne A.I.L., Lipinski M.R. & Roeleveld M.A.C. (eds.), Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, **20**: 267-284.

Roberts M.J. & Sauer W.H.H., 1994. Environment: the key to understanding the South African chokka squid (*Loligo vulgaris reynaudii*) life cycle and fishery? In Rodhouse P.G., Piatkowski U. & Lu C.C. (eds), Southern Ocean cephalopods: life cycle and populations. *Antarctic Science*, **6**: 249-258.

Rodhouse P.G., 2001. Managing and forecasting squid fisheries in variable environment. In Rodhouse P.G., Yamashiro C. & Goss C. (eds.), Squid fishery biology in the Eastern Pacific coastal upwelling system. *Fisheries Research* (special issue), **54**: 3-8.

Saville A., 1987. Comparisons between cephalopods and fish of those aspects of the biology related to stock management. In Boyle P.R. (ed.), *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 2. Academic Press, London: 277-290.

Lavoro ricevuto il 24 settembre 2005
Lavoro accettato il 22 luglio 2009

Boll. Malacol., **45**: 111-116 (suppl. 2009)

Current state of knowledge on exploited cephalopods in the Italian waters

Patrizia Jereb (✉) & Sabrina Agnesi

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Via di Casalotti 300, 00166 Roma, Italy, patrizia.jereb@ ispraambiente.it (✉) Corresponding Author

Abstract

Data collections on catch and effort and estimates of the economic parameters related to the Italian fishery are produced by the Institute for Economic Research on Fisheries and Aquaculture (IREPA). Recently, IREPA carried out a throughout revision of the existing data collection system, in order to improve fisheries statistics reliability and to better satisfy the requirements of the European Commission. This allowed to get detailed information previously not available and more adequately reliable data on fisheries resources, including cephalopods. Based on these recent databases, cephalopod landings during the years 1999-2002 are described and analyzed according to main fishing gear and different group/species. The decreasing trend shown by cephalopod landings of the last decades in the Mediterranean Sea and in the Italian fishery (FAO data), is evident: the Italian cephalopod production reached its lower value in 2002. Possible reasons for this decreasing trend are commented. A national research project carried out 20 years ago to investigate fisheries statistics on a local scale also is commented to promote and stimulate discussion. Lastly, perspectives for cephalopod fisheries are considered and the continuous increase of the Italian cephalopod imports, both in values and quantity, briefly commented.

Riassunto

I dati relativi alle catture, allo sforzo ed alle stime dei parametri economici riguardanti la pesca italiana sono oggi forniti dall'Istituto per la Ricerca Economica sulla Pesca e l'Acquacoltura (IREPA). Recentemente l'IREPA ha effettuato un accurato processo di revisione del sistema di raccolta dei dati, nell'ottica di migliorare l'attendibilità delle statistiche della pesca e rispondere in maniera più soddisfacente alle esigenze dell'Unione Europea. Ciò ha consentito di ottenere informazioni dettagliate in passato non disponibili e dati più attendibili sulle varie risorse oggetto di pesca, inclusi i cefalopodi. Questa banca dati è stata utilizzata nel presente lavoro per analizzare e descrivere le catture di cefalopodi verificatesi nel quadriennio 1999-2002, per sistema di pesca e per raggruppamenti e/o specie. L'analisi ha confermato l'andamento decrescente già evidenziato, per la pesca italiana, nelle ultime decadi (dati FAO), con il minimo 'storico' raggiunto nel 2002. Tale andamento viene brevemente commentato. Per stimolare e promuovere ulteriori approfondimenti sull'argomento, si commentano anche i risultati di un progetto specifico sul rilevamento delle statistiche della pesca condotto in Italia 20 anni fa. Vengono infine riportate alcune considerazioni sulle prospettive della pesca dei cefalopodi nel nostro Paese, anche alla luce del continuo aumento delle importazioni di questa risorsa.

Key words

Cephalopoda, fishery, Italian waters, recent trends, current knowledge.

Introduction

The availability of reliable information on fishery statistics in Mediterranean countries is hampered by several factors: the existence of a very large number of landing places scattered along the coastlines; the presence of highly diversified and large fishing fleets; the fact that most fisheries operate without a system of catch quota management; the fact that only a fraction of the fishery products is sold through formally organized markets, and that most of the fisheries are multi-specific. In this peculiar situation, conventional tools used to compute fisheries statistics elsewhere, like logbooks, landing declarations and sales records, do not work adequately. Recently, a general consensus developed on the opportunity to use sampling surveys carried out on the base of statistical designs and *ad hoc* elaborated methodological procedures to get the needed information; this would then be expanded to produce the overall estimates by using robust statistical procedures.

This is not a new concept in the Italian context; more than 20 years ago the quality check programme PESTAT (Bazigos et al., 1984; Cingolani et al., 1986), based on sampling surveys, was designed and carried out by the Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (IRPEM) of the Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), with the technical assistance of FAO. Results were very interesting, but the data collection system was considered too expensive to become a routinely applied method on a national scale.

In recent years too many national and international agencies with different specific competences operated in Italy to gather statistical information, e.g. the Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), the Istituto di Ricerche Economiche per la Pesca e l'Acquacoltura (IREPA), the Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MIPAF), the European Union and FAO. An operational decision was eventually taken by the Italian administration and IREPA was identified to start a process of throughout revision of the existing data collection system, in cooperation

with ISTAT. This resulted in the elaboration of detailed and specific procedures aimed to improve the quality of the information collected and increase the number of parameters to monitor. Results were considered successful and since 2002 IREPA is the official reference Institution for the production of the Italian fishery statistics. Aim of this work is to describe the present Italian cephalopod fishery, based on the IREPA new database (1999-2002) analysis (IREPA, 2002); the cooperation existing between ICRAM and IREPA allowed to acquire data and information not published on the IREPA official Yearbooks due to the specificity of the details considered.

Material and methods

Along with the PESTAT conceptual approach, though the statistics applied by the two procedures may slightly differ (for all the statistical details and specifics see Bazigos et al., 1984; Cingolani et al., 1986; IREPA, 2002), the

LIGURIA	Genova Imperia Savona
TUSCANY	Livorno Portoferraio Viareggio
LATIUM	Civitavecchia Gaeta Roma
CAMPANIA	Napoli Salerno
CALABRIA	Vibo Valentia
SARDINIA	Cagliari Porto Torres
SICILY	Catania Marsala Mazara del Vallo Milazzo Sciacca Trapani Palermo Siracusa
APULIA	Bari Manfredonia Molfetta
ABRUZZI	Pescara
MARCHE	Ancona Pesaro San Benedetto del Tronto
EMILIA ROMAGNA	Ravenna Rimini
VENETO	Chioggia Viareggio

Tab. 1. Landing places selected by IREPA system of statistical data collection (IREPA, 2001).

Tab. 1. Punti di sbarco selezionati dal sistema IREPA per la raccolta dati statistici (IREPA, 2001).

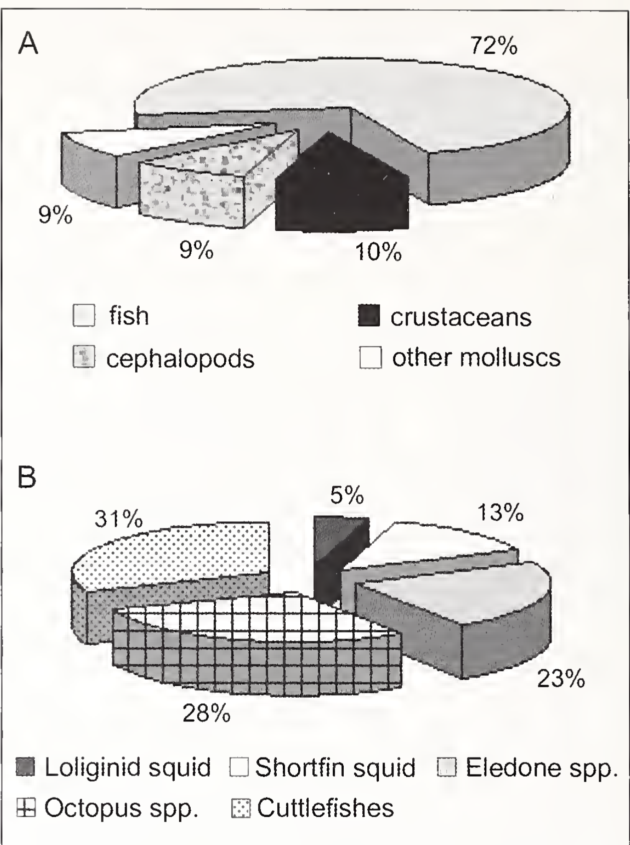


Fig. 1. Cephalopod landings in 2002 (IREPA database): **A.** Percentages of cephalopods and the other main commercial fisheries categories over the total fishery landings; **B.** Percentages of the main cephalopods commercial groups over the total cephalopod landings.

Fig. 1. Cefalopodi sbarcati nel 2002 (banca dati IREPA): **A.** Percentuali di cefalopodi e delle altre principali categorie di pescato commerciale sul totale del pescato sbarcato; **B.** Percentuali dei principali gruppi commerciali di cefalopodi sul totale dei cefalopodi sbarcati.

IREPA methodology consists in a single stage stratified sampling by two stratification variables: maritime regions (i.e. a geographical stratification) and fishing systems (i.e. a technical stratification); these include trawlers, purse-seiners, mid-water pair trawlers, dredgers, small scale fisheries, multi-purpose vessels and tuna fisheries, according to the official denomination of the Italian fishing fleet/gears (AA.VV., 2003).
Main goals of the investigation are the evaluation of fishing effort and activity, the evaluation of landings and prices by group of species and the evaluation of economics.
Data collection is carried out by means of three questionnaires: an annual questionnaire to record technical, dimensional and vessel-management information on the sample units and relevant socio-economic aspects; a quarterly questionnaire to record data on fixed and variable costs, and on social aspects of property and crew; a weekly questionnaire to record information reporting activity such as fishing time and area, average number of crew members, gears used, quantities, prices and revenues – as per species or group of species – and trade channel for sales. The selected landing places are reported in **Tab. 1**.
Data collectors are chosen among operators from the productive or management fishery sectors; this repre-

sent a brand new approach, aimed to obtain more reliable and timely data. Periodic inspections are carried out in order to check their work, and data are sent directly to the IREPA server via internet.

Results

With a total of slightly over 26,600 tonnes, cephalopods represented 9% of total Italian landings in 2002 (**Fig. 1 A**), the main fraction of which was constituted by octopods (51%), followed by cuttlefishes (31%) and squids (18%) (**Fig. 1 B**).

Trawlers account for the major component of cephalopod catches, over 50% of the overall catch in 2002; small scale fisheries still constitute the second most important group of cephalopod catching methods, but the percentage of the landings over the total is lower than in the past and the same is true also for the multi-purpose fisheries. The Italian region contributing to the total Italian cephalopod landings with the highest percentage is Sicily (fishing area: Strait of Sicily), followed by Apulia (fishing area: southern Adriatic and Ionian Sea), 18 and 16% respectively, and then by the group formed by Tuscany (fishing area: Tyrrhenian Sea), Veneto and Marche (fishing area: northern and middle Adriatic Sea) (**Fig. 2**).

The Italian region for which cephalopods represent a relatively higher component of the regional landings, however, are Tuscany, Sardinia and Campania, followed by Veneto and Abruzzi (**Fig. 3**). The general decreasing trend of the landings observed from 1999 till 2002 (i.e. from over 37,700 in 1999 to slightly over 26,600 tonnes landed in 2002) affected longfin squid, cuttlefish and octopods landings (**Tab. 2**); as for the octopods group, the sudden increase in the *Eledone* spp. landings, opposite to the abrupt decrease in *Octopus* spp. landings, is an artefact due to the improvement in the accuracy of the species identification by the operators, therefore only the trend of the group as a whole should be considered when using this set of data. As for the main fishing systems used to catch cephalopods, a major decrease in landings is shown in the small scale fisheries, followed by the multi-purpose fisheries, while trawl catches decreased only slightly (**Fig. 4**).

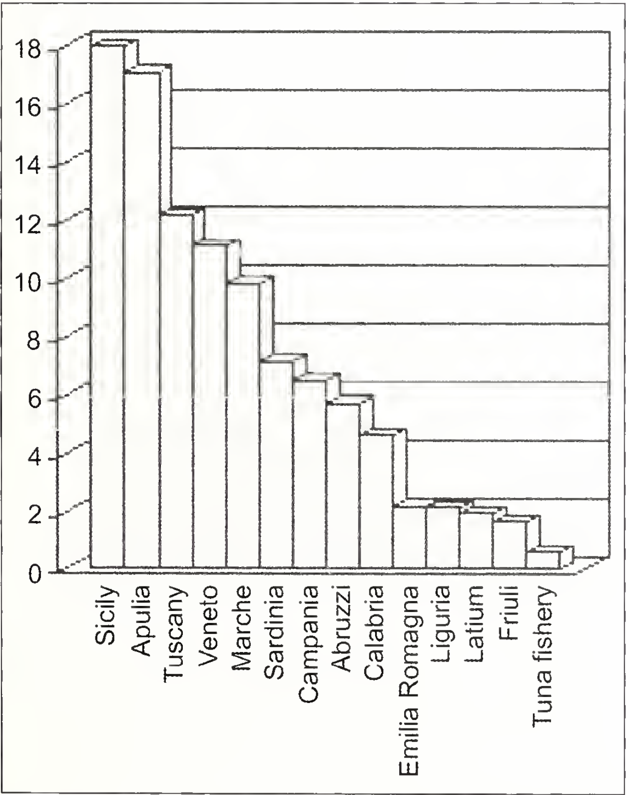


Fig. 2. Cephalopod landings by Region (% over the total Italian cephalopod landings) in 2002 (IREPA database). Those vessels authorized to fish tuna represent an additional specific stratum.

Fig. 2. Cefalopodi sbarcati per regione (% sul totale dei cefalopodi italiani sbarcati) nel 2002 (banca dati IREPA). Le imbarcazioni autorizzate alla pesca del tonno rappresentano un strato specifico aggiuntivo.

	1999	2000	2001	2002
Longfin squid	2.212	2.101	1.662	1.218
Shortfin squid	4.257	3.022	3.158	3.565
Squids	**6.469**	**5.124**	**4.819**	**4.783**
Eledone spp.	1.792	1.210	1.135	6.126
Octopus spp.	14.958	15.042	14.726	7.453
Octopods	**16.751**	**16.252**	**15.861**	**13.578**
Cuttlefishes	**14.525**	**14.915**	**13.211**	**8.281**
TOTAL	**37.745**	**36.291**	**33.892**	**26.642**

Tab. 2. Italian cephalopod production (tonnes) by main group and year (IREPA database).

Tab. 2. Produzione italiana di cefalopodi (tonnellate) per categoria e anno (banca dati IREPA).

Discussion

The overall Italian fishery production in the Mediterranean Sea had been decreasing constantly over the last

		Pestat	Irepa
Sicily	Cephalopods	7	8
	Other molluscs	1	1
	Crustaceans	7	20
	Fish	85	71
Northern Adriatic Sea	Cephalopods	10	7
	Other molluscs	22	2
	Crustaceans	5	10
	Fish	63	81
Southern Adriatic Sea	Cephalopods	12	7
	Other molluscs	29	27
	Crustaceans	1	6
	Fish	58	60

Tab. 3. Comparison between PESTAT (1982) and IREPA (2002) analyses of cephalopod landings (%) in relation to the other main fishery resources by main fishery productive geographical areas.

Tab. 3. Confronto fra le analisi PESTAT (1982) e IREPA (2002) dei cefalopodi sbarcati, in percentuale rispetto alle altre categorie di pescato per le principali aree geografiche di produzione.

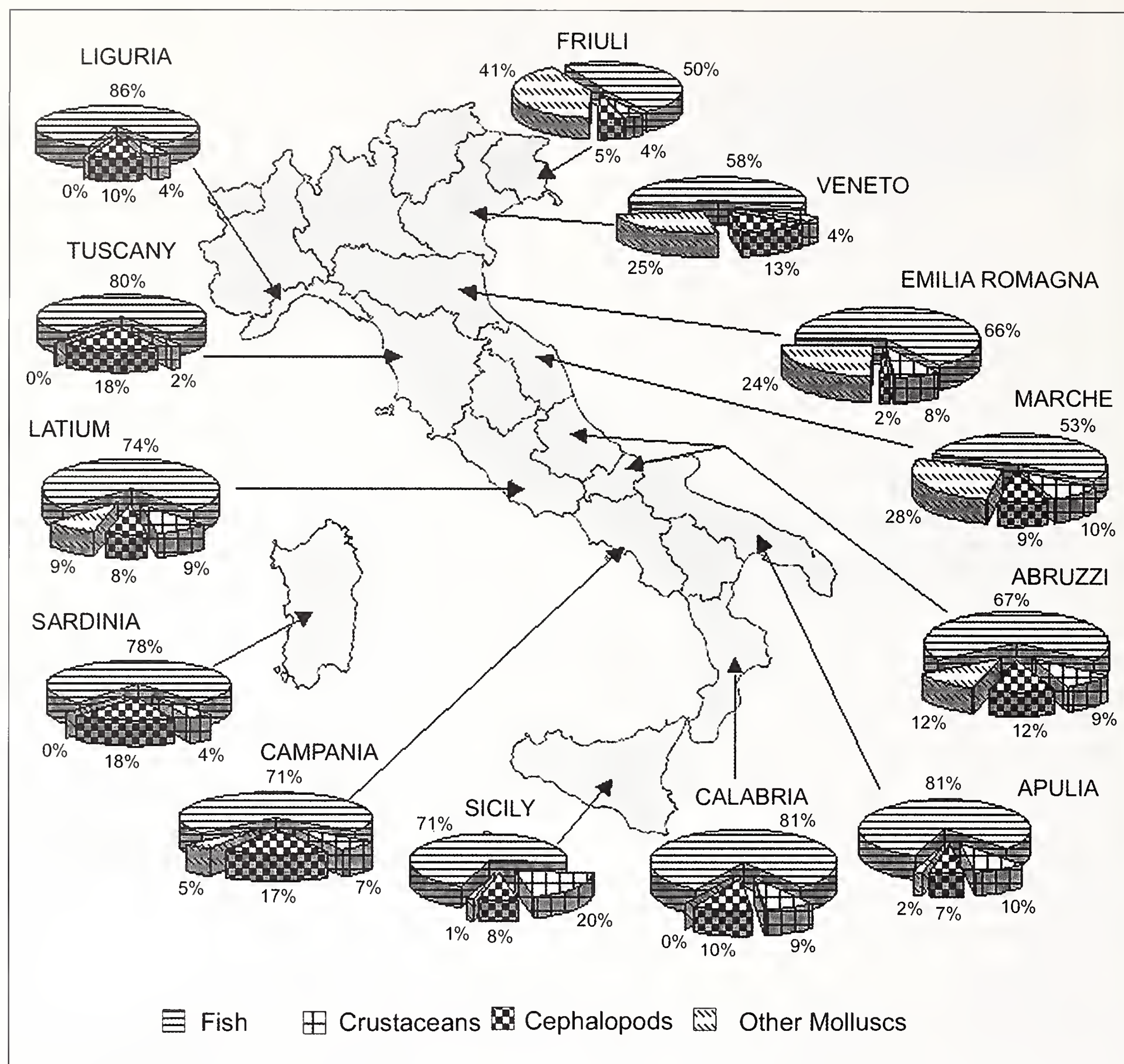


Fig. 3. Cephalopod landings percentage in relation to the other main fishery categories, by Region, in 2002 (IREPA database).

Fig. 3. Percentuale dei cefalopodi sbarcati in relazione alle altre principali categorie di pescato per regione nel 2002 (banca dati IREPA).

decade: with catch levels around 300,000 tonnes in 2002, the Italian fishery industry registered its worst outcome. This reduction in landings is shown also by cephalopod landings, and this represents an unusual situation in the general frame of the cephalopod fishery worldwide. The reduction of the Italian fishing effort (in terms of both reduction of the fishing fleet and activity) occurred since the end of the '90s (IREPA, 2002), may partially explain at least a fraction of the observed decrement, e.g. the decrease which affected the artisanal fishery. However, the more general trend shown by the analysis of historical series of data of cephalopod landings (Fig. 5) (FAO, 2004a), indicates that the decrease started far before the beginning of the reduction of the Italian fishing effort.

The fact that a decrement in landings is shown by all the three commercially exploited groups also is peculiar: it may indicate that factors other than the reduction of fishing effort are affecting the landings amount (e.g. a true decrease in the cephalopod exploited populations).

It is not possible to use PESTAT and IREPA datasets to perform statistical cross analysis and/or comparisons; however, it is possible to jointly view the situation described for the year 1982 by the PESTAT sampling survey and that described for the year 2002 by the IREPA investigation, to promote and stimulate further discussion and targeted studies. This comparison (Fig. 6) shows that while the fraction of cephalopod landings in 2002 would represent more or less the same percentage, in relation to other fishery resources, as the fraction landed in 1982, the situation changes when looking at the main Italian fishery production sectors (Tab. 3): here a decrease in cephalopod landings is detectable in the Adriatic area.

Interestingly, this is what is reported by the FAO yearbook statistics referring to the Mediterranean Sea (FAO, 2004a), where numbers point out a decrease in cephalopod landings in the Adriatic and Ionian Sea, while non significant trends are detectable for the western and eastern Mediterranean basins.

Conclusions

Cephalopod value as fishery resource increased worldwide in the last decade and Europe is presently the main world cephalopod market (FAO, 2004b). Spain and Italy were the second and third country in the world respectively as for cephalopod import quantity in 2001 and Italy was at the third place, after Japan and Spain, as for the imported value (over 420 million US dollars [FAO, 2004b]). This peaked to slightly less than 530 million in 2002, which represented about 18% of the total Italian fishery imported value in the same year. This undoubtedly confirms the importance of the cephalopods resource for the Italian economy and market.
This considered, the above reported observations, though only descriptive, clearly support the opportunity to promote target studies on the Italian cephalopods fishery to better understand the present situation and its possible developments.
The improvement of the quality of the available information in terms of additional detailed elaboration of data collected (national IREPA database), possible at a local level depending on local policies, could help in gathering ever more complete descriptions on cephalopod fishery at the necessary detailed scale.
Studies focused on the market structure and prices trends and pressures could help understanding whether and how foreign product affects national production, as for frozen products.
Study focused on the small scale fishery could help in better quantifying the importance of cephalopod for small, local entities and help in supporting future decisions and strategies, as for fresh products and high valued species.
Additional information from national research projects (e.g. national trawl surveys) analysed by means of different methodologies, including new approaches (e.g. Jereb et al., 2005), and combined with environmental information could help understanding the situation of the resource at sea.

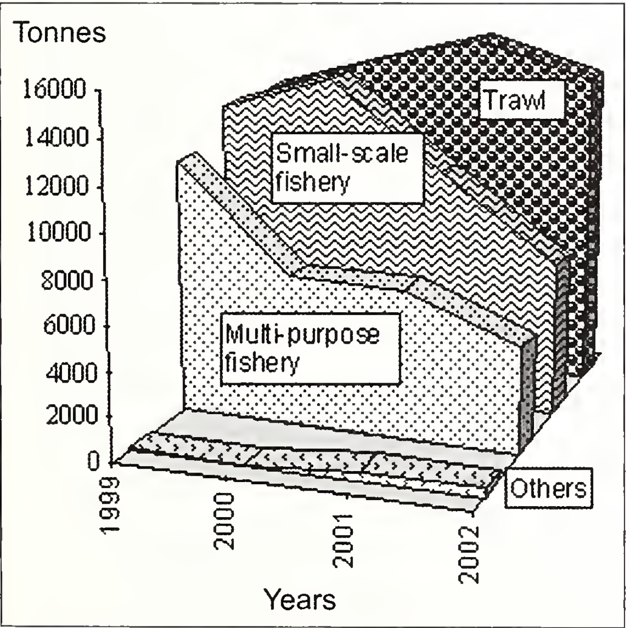


Fig. 4. Cephalopod landings by main fishing system in the years 1999-2002 (IREPA database).

Fig. 4. Cefalopodi sbarcati per metodo di pesca negli anni 1999-2002 (banca dati IREPA).

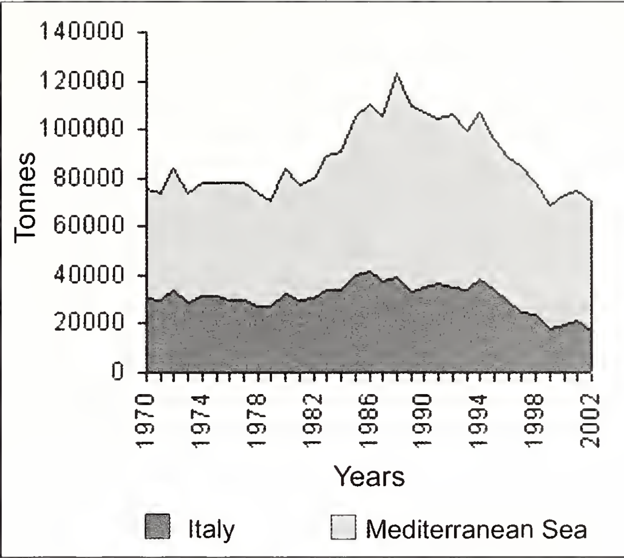


Fig. 5. Cephalopod landings in the Mediterranean Sea in the years 1970-2002 (FAO database) (FAO, 2004a).

Fig. 5. Cefalopodi sbarcati nel Mediterraneo negli anni 1970-2002 (banca dati FAO) (FAO, 2004a).

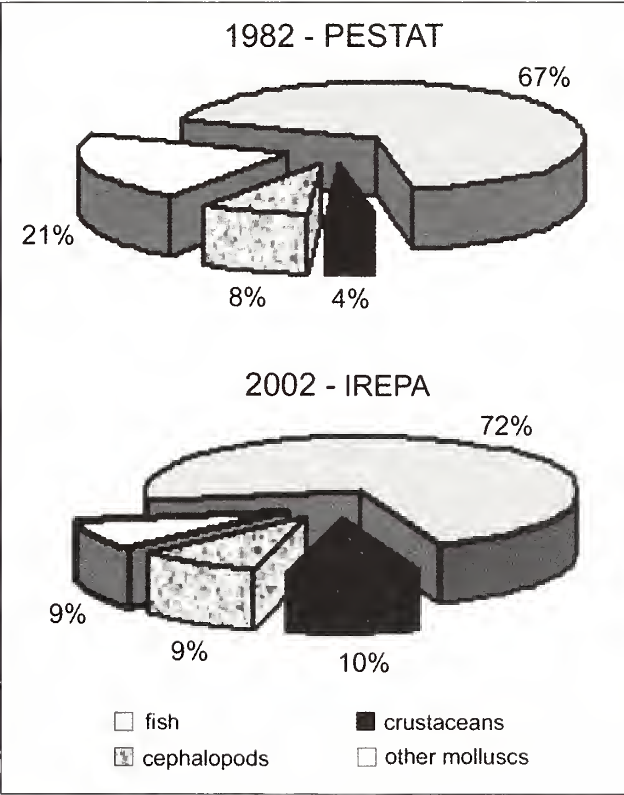


Fig. 6. Comparison between PESTAT (1982) and IREPA (2002) analyses of cephalopod landings (%) in relation to the other main fishery resources.

Fig. 6. Confronto fra le analisi PESTAT (1982) e IREPA (2002) dei cefalopodi sbarcati, in relazione % con le altre categorie di pescato.

Acknowledgements

We heartily thank Maria Cozzolino (IREPA Institute) and IREPA for their total support and efficient coopera-

tion, without which the present study would not have been possible. Also, our deep thanks go to the colleague and friend Nando Cingolani for his critical reading of the draft manuscript. Last but not least, our thanks to Rafael La Perna for his help in the illustrations editing. Finally, we acknowledge that this work was performed within the E.U. Research Project CEPHSTOCK (*Cephalopod Stocks in European Waters: Review, Analysis, Assessment and Sustainable Management*), Concerted Action 2002-05.

References

AA.VV., 2003. Economic Assessment of European Fisheries. Annual Report. *European Community Concerted Action Q5CA - 2001 - 01502*. Within RTD Programme "Quality of the Life and Management of Living Resources".

Bazigos G., Cingolani N., Coppola S.R., Levi D., Mortera J. & Bombace G., 1984. Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della pesca (PESTAT). Parte I - Statistiche sulla Flottiglia da Pesca. *Quaderni dell'Istituto Ricerche Pesca Marittima, Ancona*, 4 (1), suppl.: 1-358.

Cingolani N., Coppola S.R. & Mortera J., 1986. Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della pesca (PESTAT). Parte II - Statistiche sulle Catture e sullo Sforzo di Pesca. *Quaderni dell'Istituto Ricerche Pesca Marittima, Ancona*, **5** (1), suppl. (1ª e 2ª Parte): 1-279 + 1-753.

FAO, 2004a. Fishstat plus (v. 2.30). GFCM (Mediterranean and Black Sea) captures production (1970-2002). www.fao.org/fi/statist/fisoft/fishplus.asp.

FAO, 2004b. Fishstat plus (v. 2.30). Commodities trade and production (1976-2002). www.fao.org/fi/statist/fisoft/fishplus.asp.

IREPA, 2002. *Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia: 2001-2002*. Irepa Ricerche, 343 pp.

Jereb P., Cuccu D., Giordano D., Maiorano P. & Ragonese S., 2005. Using historical series of trawl surveys data to investigate cephalopods: a new method of exploratory analysis. *Biologia Marina Mediterranea*, **12** (1): 526-530.

Lavoro ricevuto il 13 settembre 2005
Lavoro accettato il 22 luglio 2009

appropriatamente disposte nello spazio disponibile, in modo da evitare ampie aree vuote. Lineette di scala, nere o bianche, possono essere applicate sulle illustrazioni.
Le mappe vanno preparate come figure al tratto, semplici e prive di elementi grafici non utili ai fini del lavoro (es.: confini di stato), con le località citate nel testo ben evidenti.
Le illustrazioni vanno tenute separate dal testo. La pubblicazione di illustrazioni a colori dovrebbe essere preliminarmente accordata con l'Editore. Gli originali delle illustrazioni vanno spediti solo dopo l'accettazione definitiva del manoscritto.

TABELLE

Le tabelle vanno composte come files di testo, esattamente alla dimensione di stampa (si veda Illustrazioni), con un carattere *sans-serif* non più piccolo di 8-9 punti. Vanno evitati bordi spessi e griglie eccessivamente pesanti. Le tabelle sono citate nel testo come Tab. (es.: Tab. 2, Tabb. 3-6). Le abbreviazioni vanno spiegate in didascalia od in Materiale e metodi. Le tabelle non vanno inserite nel testo, ma salvati come files separati.

DIDASCALIE

Le didascalie vengono riportate in una parte distinta del manoscritto, raggruppate ed in sequenza. Devono comprendere: nome ed autore della specie illustrata, origine del materiale, dimensioni reali (non l'ingrandimento!) e la collocazione (con numero di catalogo, se disponibile). Per i manoscritti in una lingua diversa dall'Inglese, è necessario aggiungere la traduzione in Inglese delle didascalie.

BOZZE ED ESTRATTI

La pubblicazione sul *Bollettino Malacologico* è gratuita. All'Autore corrispondente verranno inviate le bozze, un'unica volta, per via e-mail. Sulle bozze verranno corretti gli errori tipografici e di altro tipo. Cambiamenti più importanti verranno addebitati all'Autore. Le bozze corrette vanno restituite all'Editore nel più breve tempo possibile.
Gli Autori riceveranno 20 estratti gratuiti ed un versione .pdf dell'articolo. Ulteriori copie possono essere acquistate.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

EDITORIAL POLICY

The *Bollettino Malacologico* is published by the Italian Society of Malacology. Manuscripts on all aspects of malacology are accepted, in one of the following languages: Italian, English, French and Spanish. English is strongly recommended.
Three issues per year are published. The publication of monographs and articles longer than thirty printed pages should be preliminarily arranged with the Editor.
Manuscripts submitted for publication are considered on the understanding that their content is original, not already published or being submitted for publication elsewhere, and approved by all the co-authors.
Manuscript submission should only be made electronically to the Editor-in-Chief (*r.laperna@geo.uniba.it*), as .doc or .rtf files. Illustrations should be sent as good quality .pdf or .jpg files.
Authors are requested to apply the present instructions and the rules of the International Code of Zoological Nomenclature. Non fulfillment implies rejection of the manuscript by the Editor.
Manuscripts are peer-reviewed by at least two reviewers. Potential reviewers can be suggested by the authors, but the final choice rests with the Editor.

MANUSCRIPT ORGANIZATION

The first page contains title, author's name, author's mail and e-mail addresses. In case of joint-authored manuscripts, the corresponding author should be indicated.
Title should be informative but as brief as possible, in lower-case, boldface. Avoid abbreviations. Names of high systematic rank are given in parentheses.
The second page contains an abstract in the same language of the main text. For manuscripts in language other than English, a longer English summary is needed. Abstracts should report, in synthesis, the main results and conclusions of the work, not simply aims and generic statements. The distinctive characters of new taxa can be briefly reported, but not full descriptions or diagnoses. Avoid references to publications. A list of key words (not more than six) in the same language of the main text is also included in the second page.
The main text should be organised in distinct parts, typically as follows: Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, in lower-case, boldface. In taxonomic works, Results are replaced with Systematics. Second level headings, such as Description, Material examined, Remarks, etc. are typed in lower-case, plain text. Avoid footnotes. Authors are requested to adopt a clear, concise style. Avoid long sentences. Offending or discriminatory words are forbidden.
All the abbreviations and acronyms used in the text should be explained, preferentially under Material and methods. Use the standard abbreviations for measure units (e.g. "m", not "mt." for metre) and the official institutional acronyms.
Italicize the names of genera, subgenera, species and subspecies but not those of higher taxa. When first mentioned, species and genus names should include authority and year of publication. Abbreviation of genus names is allowed but taking care to avoid confusion among different genera with the same initial.
Italic should be also used for quotations in the original language (within quotation marks), if different from the manuscript language.
The new taxa must be mentioned for the first time when they are described, except for the abstract. Latin can be optionally used for the taxonomic ranks (e.g. Familia or Family). Diagnoses (optional) and descriptions must be given in telegraphic style, whenever possible.
Synonymies should include only the main references, useful to assess the species identity (e.g. based on material examined and well documented records).

Example of systematic hierarchy and synonymy:
Family Cardiidae Lamarck, 1809
Subfamily Cardiinae Lamarck, 1809

Genus *Acanthocardia* Gray, 1853
(type species *Cardium aculeatum* Linné, 1758)

Cardium indicum Lamarck, 1819
(Fig. 1A-D, Fig. 2C)

Cardium hians Brocchi, 1814: p. 508, pl. 13, fig. 6 (non Spengler, 1799).
Cardium indicum Lamarck, 1819: p. 4.
Cardium (Cardium) indicum Lamarck - Fischer-Piette, 1977: p. 112, pl. 10, fig. 4 (type).

BIBLIOGRAPHIC CITATIONS AND REFERENCES

All the publications to which reference is made in the text, including synonymies (but not authors of homonyms), must appear in the final reference list, alphabetically ordered.
Titles of journals and books in non-Latin alphabets should be transliterated, while paper titles should be translated into English. A note indicating the original language, such as "[in Russian]" should be added.
A careful cross-check between bibliographic citation in the text and reference list should be made before submitting the manuscript.

Example of citations:
...reported by Richardson & Smith (1965)
...as known in literature (Ross et al., 1993; Rosenberg, 1995, 1997; Michelini & Andriani, 2000)
...the original illustration (Torwald, 1879: p. 56, pl. 2, fig. 5).

Example of references:
Salas C., 1996. Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, **25**: 33-100.
Grill B. & Zuschin M., 2001. Modern shallow- to deep-water bivalve death assemblages in the Red Sea - ecology and biogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **168**: 75-96.
Boss K.J., 1982. Mollusca, in Parker S.P. (ed.), *Synopsis and Classification of Living Organisms*. Vol. 1. McGrow-Hill, New York: 945-1166.
Carter J.G., Campbell D.C. & Campbell M.R. 2000. Cladistic perspectives on early bivalve evolution, in Harper E.M., Taylor J.D. & Crame J.A. (eds), The Evolutionary Biology of the Bivalvia. *Geological Society, London, Special Publications*, **177**: 47-95.
Vokes H.E., 1980. *Genera of the Bivalvia: a systematic and bibliographic catalogue (revised and update)*. Paleontological Research Institution, Ithaca, Edwards Brothers Inc., 307 pp.

ILLUSTRATIONS

Illustrations must be of high quality, in electronic format (.tiff), with a resolution not lower than 400 dpi for photographs and 600 dpi for drawings and graphics. They must be prepared exactly at the printing size, single column (8.4 cm) or double column (17.2 cm). The maximum printing size is 17.2 x 26.5 cm. The size of each illustration should be carefully and wisely chosen, based on complexity and quantity of images, for avoiding scientifically useless and aesthetically poor results, as well as waste of printing space.
All illustrations are numbered as figures in a single series with Arabic numerals, in the same order as cited in the text. In composite illustrations, lettering of component images should be made with a *sans-serif* font, such as Helvetica or Arial, using capital letters 3-5 mm in height. Labels and abbreviations should be in lower-case letters.
Illustrations should be referred to in the text as Fig. or Figs (not Figs.), whereas figures in another work are referred to as fig. or figs, as in the example: Fig. 3, Fig. 6A-F, Fig. 5A, 7B, Figs 3, 5.
Images, mounted on black or white background, should be adequately sized, neither smaller than 4-5 cm, nor excessively large. They should be properly distributed in the available space, avoiding wide, empty spaces. White or black scale bars can be applied on illustrations.
Maps should be given as line figures, as simple as possible, with the localities cited in the text clearly indicated.
Illustrations are kept separate from the text. The publication of colour illustrations should be preliminarily arranged with the Editor. Originals should only be sent following final acceptance.

TABLES

Tables should be composed as text files, exactly at printing size (see under Illustrations), using a *sans-serif* font not smaller than 8-9 pts. Avoid thick borders and heavy grids. They are referred to in the text as Tab. (e.g. Tab. 2, Tabs 3-6, not Tabs.). Abbreviations are explained in the captions or under Material and methods. Tables are kept as separate files, not embedded in the text.

CAPTIONS

Captions are reported in a distinct section of the manuscript, grouped together in sequence. They must include: name and authority of the species, origin of the material, real size (not magnification!) and repository (with catalogue number if available). For manuscripts in language other than English, an English version of captions must be added.

PROOFS AND REPRINTS

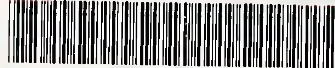
Publication on the *Bollettino Malacologico* is free of charge.
One set of proofs will be sent to the corresponding author by e-mail, for the correction of inadvertent mistakes and printer's errors. More extensive alterations will be charged to the author. Corrections should be returned to the Editor as soon as possible.
Contributors will receive 20 free reprints and a .pdf version of the article. Additional reprints may be purchased.

Indice

Direttore responsabile: Paolo Crovato
e-mail: paolo.crovato@fastwebnet.it

Coordinamento produzione: Prismi srl, Napoli
Fotocomposizione: Grafica Elettronica srl, Napoli
Stampa: Arti Grafiche Solimene srl, Napoli
Finito di stampare il 30 novembre 2009

ISSN 1121-4155


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01599 0914